



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра «Автоматизация производственных процессов»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к проведению практических занятий
по дисциплине

«Теория автоматического управления»

Авторы

Кудряшев С.Б.

Киселёв Н.В.

Ростов-на-Дону, 2022

Аннотация

Методические указания предназначены для обучающихся всех форм обучения направлений 27.03.04, 15.03.04, 15.03.06.

Авторы



к.т.н., доцент кафедры
«Автоматизация производственных процессов»
Кудряшев С.Б.



Киселёв Н.В.





Оглавление

КРАТКАЯ ТЕОРИЯ	4
ОБОРУДОВАНИЕ	6
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1	7
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2	12
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3	17
СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА	21
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	22

КРАТКАЯ ТЕОРИЯ

Дневной свет варьируется в зависимости от времени суток, сезона, погодных условий и даже географического положения. Из-за изменчивости этих обстоятельств искусственное освещение помещений является очень важным даже в дневное время. Однако система освещения не всегда должна работать на полную мощность. Можно уменьшить яркость искусственного освещения в зависимости от интенсивности дневного света, а также его частично или полностью отключить для обеспечения постоянного уровня освещенности (постоянный контроль освещенности). Компоненты постоянного контроля освещенности включают пускорегулирующую аппаратуру для изменения яркости и усилители сигналов с датчиками уровня освещенности, которыми можно снабдить либо отдельные осветительные приборы, либо группу светильников (в соответствии с зонами помещения).

Измерения фактического уровня освещенности осуществляется с помощью фотодиода. Он состоит из полупроводникового датчика (например, кремниевого или германиевого), который благодаря естественному фотоэлектрическому эффекту в p-n-переходе преобразует падающий свет в электрический ток. Фотодиод работает в обратном или непроводящем направлении, при котором обратный ток пропорционален интенсивности освещенности.



Фотодиод с условным символом

Для выполнения работ будем использовать экспериментальную плату Системы управления температурой, скоростью и освещенностью SO4201-5V.

ПИД контроллер состоит из аналоговых вычислительных схем (взаимосвязанных операционных усилителей) с потенциометрами и тумблерами для конфигурации и установки параметров. Поскольку управляющие элементы для P, I и D компонент

могут включаться и выключаться в отдельности, то возможны любые комбинации P/I/D

Потенциометр для установки гистерезиса H : данный потенциометр задает гистерезис переключения (разницу между уровнем, на котором схема включается и уровнем, на котором схема выключается). Он всегда симметричен относительно точки переключения S . Гистерезис переключения изменяет частоту переключения системы управления, а также общий дифференциал регулирования. Оптимальные установочные параметры могут быть заданы только для конкретной рассматриваемой системы управления. Диапазон установочных параметров для гистерезиса переключения следующий: $H = 0.1V...1V$. Измерительный выход для гистерезиса $0.5 \times H$

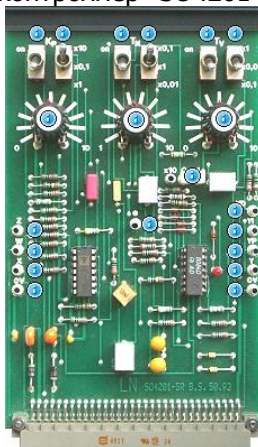
Для точного задания гистерезиса можно измерить напряжение на этом измерительном выходе. В данном случае: $H = \text{измеренное значение} \times 2$.

ОБОРУДОВАНИЕ

1. Интерфейсный модуль SO4203-2A



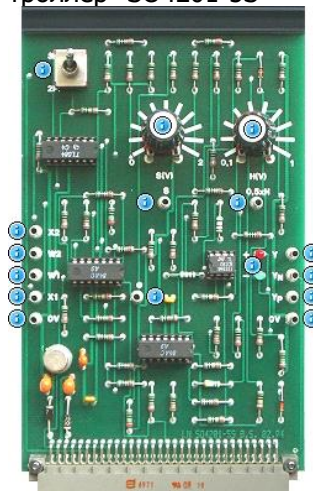
3. Плата регулировки 1 "PID контроллер" SO4201-5R



2. Экспериментальная плата "Системы регулирования температуры, скорости и света" SO4201-5V



4. Плата регулировки 2 "Двухпозиционный/трехпозиционный контроллер" SO4201-5S



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Цель работы: ознакомление с оборудованием, обучение основам регулирования характеристик системы. Экспериментальное получение частотных характеристик систем управления.

Оборудование:

1. Интерфейсный модуль SO4203-2A
2. Экспериментальная плата "Системы регулирования температуры, скорости и света" SO4201-5V

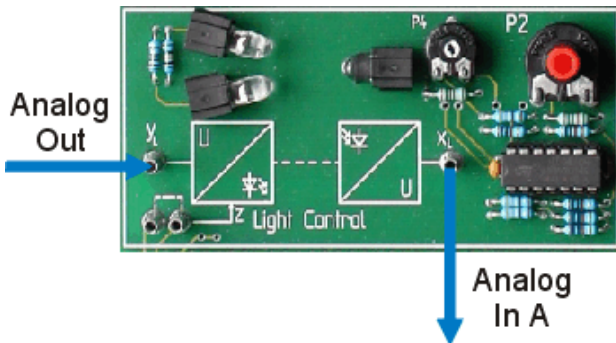
Ход работы:

Опыт №1

«Рабочая точка и характеристика установившегося состояния»

1. Установка рабочей точки для системы управления светом.

Смонтируйте схему эксперимента, показанную ниже, и активируйте вольтметр А и источник постоянного напряжения. Первоначально настройте потенциометры Р2 и Р4 в среднее состояние (по центру):

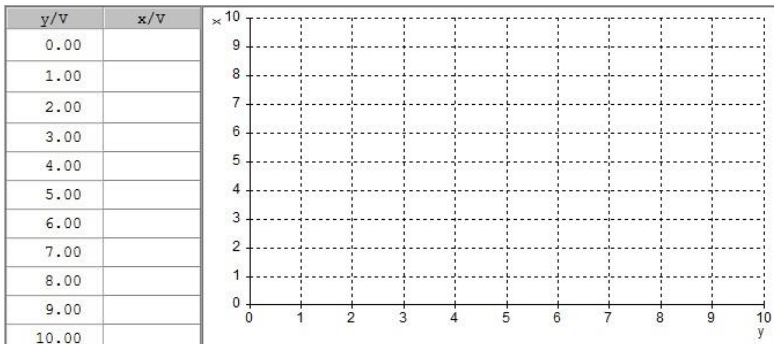


Установите входное напряжение u_L на 0 V. Затем отрегулируйте Р2 так, чтобы выходное напряжение x_L в результате составило тоже 0 V (калибровка на ноль). Затем установите входное напряжение 10 V и отрегулируйте потенциометр Р4 так, чтобы выходное напряжение в результате было 10 V (регулировка к конечному установившемуся значению).

2. Установившаяся характеристика системы управления

светом.

Теперь приложите серию постоянного напряжения от 0 до 10 V (с инкрементом 1 V) ко входу $y = yL$ системы управления светом и определите соответствующее выходное напряжение установившегося состояния $x = xL$ (Замечание: возможно будет необходимо подождать несколько секунд после изменения входного напряжения, пока выходное напряжение не перестанет колебаться). Введите полученные величины в таблицу, расположенную ниже и определите статическую или установившуюся характеристику.



Контрольные вопросы:

- Какова форма характеристики?
- Как Вы объясните эту форму?
- Насколько велик коэффициент передачи KS регулируемой системы (усиление системы) при уровне входного напряжения несколько больше 5 V?

Опыт №2

«Анализ динамической реакции системы»

1. Определение реакции на скачок регулируемой системы.



(рис 1.)

Активируйте графопостроитель (рис 1.) временных характеристик и сделайте в нем установки, как показано в следующей таблице:

Параметры из меню "Настройка"		
Входы:		
Канал А	Диапазон: 10 V	постоянный ток
Канал Б	Диапазон: 10 V	постоянный ток
Другие	Диапазон: 100	Смещение: 0
Выход:		
Шаг от ... по	0	80%
Задержка [мс]	0	
Измерения	300	
Свойства из меню "Диаграмма"		
Градуировка		
Дисплей	Канал А	
х-ось от ... до	0	0.1 s
у-ось от ... до	0	100

Определите реакцию на скачок регулируемой системы по полученному графику.

Контрольные вопросы:

- С каким типом регулируемой системы мы имеем дело в случае системы управления светом?
- Каковы соответствующие параметры системы?
- Какой тип контроллера подойдет для конкретной регулируемой системы?

2. Построение диаграммы Боде и диаграммы Найквиста.



рис. 2

Активируйте графопостроитель Боде (рис. 2) и сделайте в нем установки как показано в следующей таблице:

Параметры из меню "Настройка"		
Вход, Канал А:		
Диапазон: 10 V	постоянный ток	Автоматический выбор диапазона: Да
Выход:		
Начальное значение [Гц]: 0.1	Конечное значение [Гц]: 100	Значения: 100
Логарифмическая: Да	Задержка [мс]: 0	Амплитуда[вольт]: 3 V (Смещение 6 V)
Свойства из меню "Диаграмма"		
Градуировка		
Угловая частота от ... по	0.1	1000 (Логарифмическая)
Прирост (dB) от ... по	-10	20 (Деление 5)
Фазовая характеристика от ... по	-90	90 (Деление 30)
Свойства из меню "Диаграмма"		
Вид:		
Угловая частота (Omega)	Амплитудно-частотная характеристика (dB)	Фазочастотная характеристика



рис. 3

Для того, что бы отобразить частотную характеристику в виде диаграммы Найквиста, переключите графопостроитель (рис.3) единичного вектора (локуса).

Контрольные вопросы:

- Что качественно представляют собой характеристики диаграмм Боде и Найквиста?
- Как можно объяснить эти характеристики?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Цель работы: посредством регулятора воздействовать на устройство. Определить характер изменений, влияние помех на управление. Сделать вывод о результате использования регуляторов системы автоматического управления.

Оборудование:

1. Интерфейсный модуль SO4203-2A
2. Экспериментальная плата "Системы регулирования температуры, скорости и света" SO4201-5V
3. Плата регулировки 1 "PID контроллер" SO4201-5R

Ход работы:

Опыт №1

«Реакция на заданные изменения с управлением I-регулятором»

P-регулятор I-регулятор D-регулятор



Блок управления регуляторами

Смонтируйте схему эксперимента, показанную ниже. Сконфигурируйте плату PID контроллера как контроллер I:

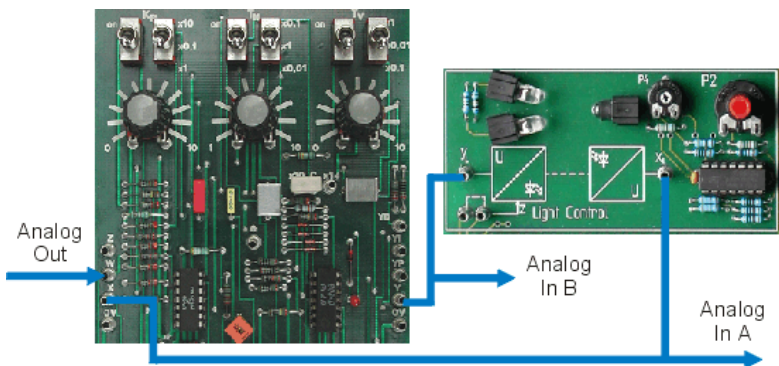




рис.4

Активируйте графопостроитель временных характеристик (рис. 4) и сделайте в нем установки как показано в следующей таблице:

Свойства из меню "Диаграмма"				
Градуировка				
х-ось	Минимум: 0	Максимум: 10	Деление: 1	Минимальное деление: 1
у-ось	Минимум: -100	Максимум: 100	Деление: 10	Минимальное деление: 1
Параметры из меню "Настройка"				
Входы:				
Канал А	Диапазон: 10 V	постоянный ток	Диапазон: 100	Смещение: 0
Канал Б	Диапазон: 10 V	постоянный ток	Диапазон: 100	Смещение: 0
Настройка:				
Количество измерений:	300			
Непрерывная развертка:	Нет			
Функция задающего воздействия:	Да			
Функция возмущающего воздействия:	Нет			

Активируйте генератор опорной переменной и установите постоянную опорную переменную 50 %. Затем определите реакцию на скачок (постояйте график регулируемой и управляемой переменных) для $T_N = 2$ с, $T_N = 1$ с и $T_N = 0.1$.

Контрольный вопрос:

- Как вы оцениваете полученные результаты с точки зрения скорости, колебательности сигнала остаточной ошибки и требований к управляемой переменной контроллера?

Опыт №2

«Реакция на помехи системы с управлением I-регулятором»

Активируйте графопостроитель временных характеристик и сделайте в нем установки как показано в следующей таблице:

Свойства из меню "Диаграмма"				
Градуировка				
х-ось	Минимум: 0	Максимум: 20	Деление: 1	Минимальное деление: 1
у-ось	Минимум: -100	Максимум: 100	Деление: 10	Минимальное деление: 1
Параметры из меню "Настройка"				
Входы:				
Канал А	Диапазон: 10 V	постоянный ток	Диапазон: 100	Смещение: 0
Канал Б	Диапазон: 10 V	постоянный ток	Диапазон: 100	Смещение: 0
Настройка:				
Количество измерений:	300			
Непрерывная развертка:	Нет			
Функция задающего воздействия:	Да			
Функция возмущающего воздействия:	Да			

Активируйте генератор опорной переменной/переменной помех и установите постоянную опорную переменную 50 %. Затем сгенерируйте переменную помех z_2 на генераторе помех, которая подается вперед через 10 с, а затем отключите ее через 20 с. Теперь определите реакцию на скачок.

Определите максимальное значение x_{\max} , которое принимает регулируемая переменная в ответ на подачу вперед переменной помех :

$$x_{\max} = \boxed{} \%$$

Повторите эксперимент при $T_N = 1$ с и $T_N = 0,1$. Снова определите в обоих случаях максимальные значения x_{\max} , которые принимают регулируемые переменные в ответ на подачу вперед переменной помех:

$$T_N = 1 \text{ с: } X_{\max} = \text{[]} \%$$

$$T_N = 0.1 \text{ с: } X_{\max} = \text{[]} \%$$

Контрольный вопрос:

- Как вы оцениваете полученные результаты с точки зрения скорости, колебательности сигнала остаточной ошибки и требований к управляемой переменной контроллера?

Опыт №3

«Реакция на заданные изменения с управлением PI-регулятором»

Для данного опыта измените конфигурацию платы PID контроллера как контроллер PI.

Активируйте графопостроитель временных характеристик и сделайте в нем установки как показано в следующей таблице:

Свойства из меню "Диаграмма"				
Градуировка				
х-ось	Минимум: 0	Максимум: 10	Деление: 1	Минимальное деление: 1
у-ось	Минимум: 0	Максимум: 100	Деление: 10	Минимальное деление: 1
Параметры из меню "Настройка"				
Входы:				
Канал А	Диапазон: 10 V	постоянный ток	Диапазон: 100	Смещение: 0
Канал Б	Диапазон: 10 V	постоянный ток	Диапазон: 100	Смещение: 0
Настройка:				
Количество измерений:	300			
Непрерывная развертка:	Нет			
Функция задающего воздействия:	Да			
Функция возмущающего воздействия:	Нет			

Активируйте генератор опорной переменной и установите постоянную опорную переменную 50 %. Затем определите реакцию на скачок (постройте график регулируемой и управляемой переменных) для

а) $K_P = 1$ и $T_N = 1$ с

в) $K_P = 5$ и $T_N = 1$ с

б) $K_P = 1$ и $T_N = 0.2$ с

г) $K_P = 5$ и $T_N = 0.2$ с

Контрольный вопрос:

- Сравните полученные результаты с данными, полученными для управления чистым I-действием. Какое влияние оказывают K_P и T_N ?

Используя параметры контроллера, которые Вы установили последними, активируйте D компонент контроллера и установите время дифференцирования $T_V = 0.01$ с.

Контрольный вопрос:

- Как влияет дополнительный компонент D-действия на реакцию контура управления?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Цель работы: посредством регулятора воздействовать на устройство. Определить характер изменений, влияние помех на управление. Сделать вывод о результате использования регуляторов системы автоматического управления.

Оборудование:

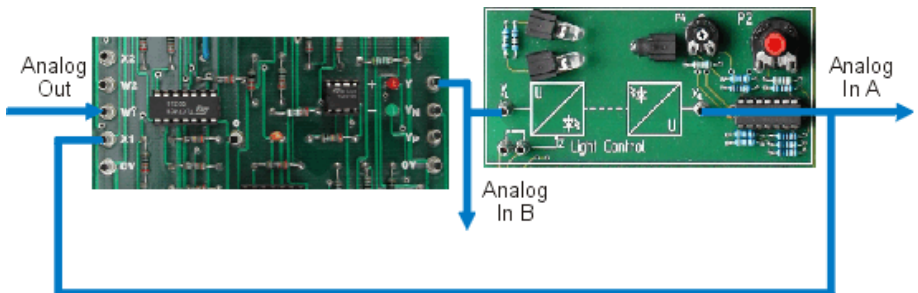
1. Интерфейсный модуль SO4203-2A
2. Экспериментальная плата "Системы регулирования температуры, скорости и света" SO4201-5V
3. Плата регулировки 2 "Двухпозиционный/трехпозиционный контроллер" SO4201-5S

Ход работы:

Опыт №1

«Реакция на помехи системы с управлением PI-регулятором»

Смонтируйте схему эксперимента, показанную ниже, и сконфигурируйте плату PID контроллера как контроллер PI:



Активируйте графопостроитель временных характеристик и сделайте в нем установки, как показано в следующей таблице:

Свойства из меню "Диаграмма"				
Градуировка				
х-ось	Минимум: 0	Максимум: 20	Деление: 1	Минимальное деление: 1
у-ось	Минимум: -100	Максимум: 100	Деление: 10	Минимальное деление: 1
Параметры из меню "Настройка"				
Входы:				
Канал А	Диапазон: 10 V	постоянный ток	Диапазон: 100	Смещение: 0
Канал Б	Диапазон: 10 V	постоянный ток	Диапазон: 100	Смещение: 0
Настройка:				
Количество измерений:	300			
Непрерывная развертка:	Нет			
Функция задающего воздействия:	Да			
Функция возмущающего воздействия:	Да			

Активируйте генератор опорной переменной/переменной помех и установите постоянную величину опорной переменной 50%. Затем сгенерируйте переменную помех z_2 , которая подается вперед через 10 с и выключается снова через 20 с. Теперь определите реакцию на скачок для

а) $K_P = 1$ и $T_N = 1$ с

в) $K_P = 5$ и $T_N = 1$ с

б) $K_P = 1$ и $T_N = 0.2$ с

г) $K_P = 5$ и $T_N = 0.2$ с

Определите для всех случаев максимальные значения x_{\max} , которые принимают регулируемые переменные в ответ на подачу вперед переменной помех:

$K_P = 1, T_N = 1$ с: $x_{\max} =$ %

$K_P = 1, T_N = 0.2$ с: $x_{\max} =$ %

$K_P = 5, T_N = 1$ с: $x_{\max} =$ %

$K_P = 5, T_N = 0.2$ с: $x_{\max} =$ %

Контрольный вопрос:

- Сравните полученные результаты с данными, полученными для управления чистым I-действием. Как параметры контроллера влияют на результат?

Опыт №2

«Реакция контура с двухпозиционным управлением на заданные изменения»

Для данного опыта измените конфигурацию платы двух/трехпозиционного контроллера, как двухпозиционный контроллер и установите потенциометр гистерезиса $H(V)$ к крайнему левому пределу.

Активируйте генератор опорной переменной и установите постоянную опорную переменную 50 %. Активируйте графопостроитель временных характеристик и сделайте в нем установки как показано в следующей таблице:

Свойства из меню "Диаграмма"				
Градуировка				
х-ось	Минимум: 0	Максимум: 0,1	Деление: 0,01	Минимальное деление: 1
у-ось	Минимум: 0	Максимум: 100	Деление: 10	Минимальное деление: 1
Параметры из меню "Настройка"				
Входы:				
Канал А	Диапазон: 10 V	постоянный ток	Диапазон: 100	Смещение: 0
Канал Б	Диапазон: 10 V	постоянный ток	Диапазон: 100	Смещение: 0
Настройка:				
Количество измерений:	300			
Непрерывная развертка:	Нет			
Функция задающего воздействия:	Да			
Функция возмущающего воздействия:	Нет			

Теперь определите реакцию на скачок (постройте график регулируемой и управляемой переменных).

Далее повторите эксперимент для уровней гистерезиса $H(V) = 0.5 \text{ V}$ и $H(V) = 1 \text{ V}$.

Контрольный вопрос:

- Сравните результаты, полученные для разных установок гистерезиса. Как Вы интерпретируете графики? Какова Ваша общая оценка относительно применимости двухпозиционных контроллеров для автоматического управления светом или в целом относительно систем управления Р-действием?

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название и цель работы.
2. Краткая теория.
3. Результат измерения.
4. Вывод.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Курс UniTrain-I "Автоматическое управление температурой, скоростью и светом", www.unitrain-i.com.
2. В.А. Бесекаерский, Е.П. Попов «Теория автоматического управления», СПб, Изд-во «Профессия», 2003.-752с.
3. Л.Д. Певзнер «Практикум по теории автоматического управления»: Учеб. пособие-М.: Высш. шк., 2006.-590с.
4. Современные системы управления/ Р. Дорф, Р. Бишоп. Пер. с англ. Б.И. Копылова.- М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002.-832 с.:ил.