

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
образования

СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЗАОЧНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра автоматизации производственных процессов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Методические указания к выполнению курсовой работы

Факультет **ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ
И УПРАВЛЕНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ**

Специальность **220301.65** – автоматизация технологических процессов и
производств (в машиностроении)

Специализация – компьютерные системы управления в производстве
и бизнесе

Санкт-Петербург
2006

УДК

Абакулина Л.И., Рахманова И.О. Проектирование автоматизированных систем: Методические указания к выполнению курсовой работы. - СПб.: СЗТУ, 2006.- 26 с.

Задание на курсовое проектирование предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки дипломированного специалиста 657900 – автоматизированные технологии и производства (специальность – автоматизация технологических процессов и производств (в машиностроении), специализация – компьютерные системы управления в производстве и бизнесе).

Рассмотрено на заседании кафедры автоматизации производственных процессов 3 мая 2006 г., одобрено методической комиссией факультета технологии и автоматизации управления в машиностроении 7 июня 2006 г.

Рецензенты: кафедра технологии автоматизированного машиностроения СЗТУ (заведующий кафедрой В.В.Максаров, д-р техн. наук, проф.); кафедра электротехники, вычислительной техники и автоматизации Санкт-Петербургского института машиностроения (завод – ВТУЗ) (заведующий кафедрой В.М.Шестаков, д-р техн. наук, профессор).

Составители: Л.И.Абакулина, канд. техн. наук, доцент;
И.О.Рахманова, канд. техн. наук, доцент.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Проектирование автоматизированных систем, состоящих из взаимосвязанных между собой в единую замкнутую цепь различных элементов, представляет достаточно сложную инженерную задачу с возможностью решения поставленной задачи различными методами.

Выбор оптимального метода решения поставленной задачи зависит от требований, выдвигаемых заказчиком, возможностей проектировщика, элементной базы и сложности проектируемой системы. Поэтому детальный план проектирования автоматизированной системы не может иметь универсальный характер. В каждом конкретном случае приходится решать совершенно конкретные задачи.

И тем не менее возможно определить общий порядок проектирования с тем, чтобы проектировщик автоматизированной системы сам мог конкретизировать некоторые этапы проектирования исходя из конкретных условий, заданных ему в техническом задании. В государственном образовательном стандарте высшего профессионального образования (направление подготовки дипломированного специалиста 657900 Автоматизированные технологии и производство, Москва, 2001 год) указано, что в курсовой работе необходимо обеспечить системный подход к проектированию, соблюсти этапы проектирования систем автоматизации управления с оформлением проектной документации. В процессе выполнения курсовой работы большую часть решаемых проблем необходимо реализовывать при помощи автоматизированного проектирования систем автоматизации и управления.

Основными этапами проектирования являются предпроектное обследование предмета проектирования, разработка технического задания (ТЗ), технический проект (ТП), рабочий проект (РП) и внедрение. В курсовой работе должны быть отражены техническое задание и технический проект.

2. ЗАДАНИЕ, ОФОРМЛЕНИЕ И ЗАЩИТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Целью работы является освоение методов расчета, построения и исследования качества сложных автоматических систем управления.

Материалы курсовой работы оформляются в виде пояснительной записки и плакатов, необходимых для успешной ее защиты. Пояснительная записка должна содержать следующие разделы.

1. Техническое задание.
2. Технический проект.

В свою очередь технический проект должен содержать следующие разделы.

1. Выбор исходных данных.
2. Выбор основных элементов схемы.
3. Определение параметров основных элементов и составление структурной схемы системы.
4. Определение качественных показателей системы.
5. Синтез системы.

В конце каждого раздела необходимо прокомментировать полученные результаты, а в заключении – сделать выводы по результатам всей работы.

Пояснительная записка должна быть оформлена в соответствии с нормативными требованиями. Плакаты выполняются на листах форматов А1 – А4. После выполнения курсовой работы, она сдается преподавателю на проверку. Если работа не имеет принципиальных ошибок и оформлена в соответствии с установленными требованиями, то студент допускается к защите. Защита курсовой работы заключается в том, что студент кратко поясняет суть выполненной работы и отвечает на поставленные преподавателем вопросы. По результатам выполненной работы и качеству ответов студента выставляется оценка.

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Для студентов специальности «Автоматизация технологических процессов и производств (в машиностроении)» и специализации «Компьютерные системы управления в производстве и бизнесе» владение теорией в области автоматизированных систем является необходимым элементом технической культуры.

Достижение высоких профессиональных навыков расчета автоматизированных систем в настоящее время возможно лишь при применении новых форм обучения, которые, в частности, включают и компьютерную технологию. Компьютерные технологии, в основе которых лежат прикладные пакеты, позволяют более глубоко проникнуть в суть вопроса, связанного с автоматизированным проектированием, перевести его в виртуальную действительность с получением количественных и качественных результатов. Но для грамотного применения компьютерных технологий необходимо хорошо знать и понимать не только основные положения теории автоматического управления, но и физику работы отдельных элементов и звеньев автоматизированных систем.

В настоящее время имеется большое количество прикладных программ, позволяющих использовать их для автоматизированного проектирования систем. Одной из таких программ является прикладная программа MatLab + Simulink (см.раздел 6).

4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Техническое задание является исходным документом для создания разрабатываемой системы и составляется на основе материалов предпроектного обследования и технико-экономического обоснования предмета проектирования, прилагаемых к заданию в условиях производства.

Техническое задание определяет следующие показатели:

1. Назначение и состав системы.
2. Основные технико-экономические показатели.
3. Требования к техническому, организационному, информационному и программному обеспечению.
4. Состав, содержание и порядок проведения работ.

В общем случае техническое задание может быть достаточно разнообразным. Чаще всего в задание вводятся лишь эксплуатационные требования общего порядка. В случае проектирования автоматизированного электропривода к ним относятся мощность исполнительного устройства, точность, режимы работы, максимальная скорость, максимальное ускорение, величина перерегулирования, время переходного процесса, моменты инерции и моменты сопротивления нагрузки и т. д. Иногда техническое задание может быть дополнено требованиями соблюдения системой определенного веса, габаритов, рода тока, типа двигателя, усилителя.

В ряде случаев разработчику приходится самостоятельно задаваться некоторыми исходными технико-экономическими данными.

В данной курсовой работе предлагается спроектировать электрический привод подач металлорежущего станка, о качественных показателях которого судят не по линейному перемещению объекта управления, а по характеру вращения выходного вала редуктора.

Исходные технические данные:

1. Двигатель типа СЛ-661 (см. приложение)
2. Суммарный момент инерции, приведенный к валу двигателя
 $J_{\Sigma} = 0,024 \text{ кг м}^2$.
3. Коэффициент редукции $i = 40$.
4. Статическая погрешность $\delta C = \pm 0,157 \text{ рад.}$.
5. Амплитуда скорости движения объекта по гармоническому (синусоидальному) закону $\omega_m = 360 \text{ град/с}$

В таблице 1 даны остальные параметры по вариантам.

Табл. 1

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
δ_v , рад.	5,319	5,319	5,319	4,433	4,433	4,433	3,799	3,799	3,799	3,799
$t_{п}$, с	5	6	7,5	6	7,5	8	5	6	7,5	8
t_1 , с	1,1	1,38	1,63	1,38	1,63	1,1	1,1	1,38	1,63	1,1
σ , %	7,5	6,3	15	6,3	15	12	7,5	6,3	15	12
$\sigma_{н}$, %	20	16,3	20	16,3	20	20	20	16,3	20	20

В таблице указаны следующие параметры.

- Скоростная ошибка δ_v .
- Время переходного процесса $t_{п}$.
- Время первого согласования t_1 .
- Величина верхнего перерегулирования σ .
- Величина нижнего перерегулирования $\sigma_{н}$.

Система должна содержать отрицательные обратные связи по току, скорости и положению.

Вариант задания выбирается по последней цифре шифра.

5. ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ

Технический проект представляет собой совокупность документов, которые должны содержать окончательные технические решения, дающие полное представление о проектируемой системе и исходные материалы для разработки рабочей документации (рабочий проект).

На стадии технического проекта проводится глубокая проработка всех принципиальных вопросов, связанных с анализом, синтезом и функционированием системы в производственных условиях. Основанием для технического проекта является техническое задание, согласованное со всеми соисполнителями и с предприятиями-заказчиками и утвержденное в установленном порядке.

Все разделы технического проекта сопровождаются пояснительной запиской. Конструкторская документация оформляется в соответствии с требованиями ЕСКД и является приложениями к соответствующим разделам пояснительной записки.

Основным документом технического проекта является ведомость, разрабатываемая головным предприятием-разработчиком по ГОСТ 2. 106 – 96. В ведомость включаются все документы, разработанные на стадии технического проекта.

Согласованный всеми соисполнителями, рассмотренный и утвержденный в установленном порядке технический проект передается предприятию-заказчику и соисполнителям.

Технический проект должен содержать следующие разделы:

1. Анализ исходных данных.

Прежде чем приступить к процессу проектирования необходимо четко представить, что представляет собой каждый заданный в техническом задании параметр. В особых случаях необходимо назначение того или иного параметра обсудить с преподавателем.

2. Выбор основных элементов проектируемой системы.

После анализа данных технического задания необходимо произвести выбор основных элементов схемы системы. К таким элементам относятся: усилители мощности, сравнивающие устройства (регуляторы), датчики тока, частоты вращения ротора двигателя, положения объекта управления. После выбора элементов должны быть установлены их марка или тип, вид входных и выходных сигналов, входные и выходные мощности, напряжения питания, точностные параметры. Для некоторых элементов необходимо провести таблицы с их параметрами.

3. Расчет параметров выбранных элементов.

В ряде случаев для элементов системы необходимо произвести расчет того или иного параметра на базе данных таблиц или технического задания. К

расчетным параметрам относятся, например, коэффициенты усиления, постоянные времени, моменты инерции и т. д.

4. Вывод передаточных функций элементов системы.

В этом разделе выводится или подбирается математическое выражение, описывающее его работу. На базе полученного математического выражения строится передаточная функция.

5. Построение структурной схемы.

Наличие передаточных функций элементов позволяет построить структурную схему, вывести передаточную функцию замкнутой и разомкнутой системы и определить добротность системы по скорости.

6. Определение качественных показателей системы (см. раздел 7).

Для этих целей используется прикладная программа Simulink и ее подпрограмма Control System Toolbox – инструментарий систем управления – предназначенный для моделирования, анализа и проектирования непрерывных автоматических систем. Пакет реализует методы исследования динамических систем, в основу которых положены передаточные функции и графические модели. Основным вычислительным ядром рассматриваемого пакета является программа подраздела LTI (Linear Time-Invariant Systems – программа разработки линейных инвариантных во времени систем управления, которые в отечественной литературе называются линейными стационарными системами управления). Программа LTI позволяет анализировать качественные показатели системы и отобразить следующие графики:

*Step – реакцию системы на единичную ступенчатую функцию;

*Impulse – реакцию системы на единичную функцию;

*Bode – амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики системы;

*Bode-mag. – абсолютную величину изменения амплитудно-частотной характеристики;

*Nyquist – корневой годограф (Найквиста);

*Nichols – годограф Николса;

*Pole/zero – карту нулей и полюсов;

С целью облегчения проведения анализа выводимых графиков в программе LTI имеется набор следующего инструментария.

При подводе курсора к линии графика с последующим щелчком левой клавишей мыши даются численные значения и комментарии относительно выбранной точки графика.

При щелчке правой клавишей мыши по полю графика появляется окно, в котором есть две важные строки: Grid – сетка, наносимая на график, и Characteristics – характеристики, при помощи которых возможно в автоматическом режиме получить значения некоторых характеристик графика. К ним относятся следующие характеристики:

*Setting Time – время переходного процесса;

*Rise Time – максимальную скорость;

*Steady State – точку достижения заданного значения выходного параметра;

*Stability Margins (Minimum only, All crossings) – запас устойчивости.

*Pole – корни характеристического уравнения;

*Damping – коэффициент демпфирования;

*Overshoot – коэффициент перерегулирования;

*Frequency – период собственных колебаний.

7. Синтез системы (см. раздел 8).

Для достижения заданных в техническом задании качественных показателей системы (коэффициент перерегулирования, время переходного процесса, точность в установившемся режиме) в замкнутый контур системы устанавливается ПИД-регулятор. Для расчета коэффициентов ПИД-регулятора используется прикладная программа Simulink с пакетом подпрограммы Nonlinear Control Design (NCD) (проектирование нелинейных систем управления), который предназначен для параметрической оптимизации замкнутых систем. Он является специализированной программой для решения задач оптимизации значений параметров при наличии ограничений в форме

неравенств и использующий в качестве алгоритма оптимизации последовательное квадратичное программирование. В данной курсовой работе этот пакет прикладной программы используется для оптимизации коэффициентов ПИД-регулятора.

В графической части окна блока NCD указаны красные линии, которые должны ограничивать кривую переходного процесса для обеспечения заданных качественных показателей, указанных в техническом задании. Используя курсор возможно переместить эти линии при помощи мыши и установить их так, чтобы ограничить кривую переходного процесса максимальным перерегулированием, временем первого согласования, заданной длительностью переходного процесса и величиной ошибки в установившемся режиме.

После того, как кривая переходного процесса займет положение внутри установленной области, возможно получить значения коэффициентов ПИД-регулятора. Для контроля результатов синтеза полученные коэффициенты необходимо подставить в ПИД-регулятор, установленный в структурной схеме системы, и вновь произвести процесс отработки системой ступенчатой функции, но уже с ПИД-регулятором в замкнутом контуре.

6. СИСТЕМА MATLAB+SIMULINK

В этом приложении студенту предлагается ознакомиться с прикладными программами системы MATLAB+SIMULINK и приобрести практические навыки процесса моделирования автоматизированных систем в их среде.

При создании автоматизированных систем встает задача исследования свойств математической модели системы и влияния на нее как внешних факторов, так и интервальную неопределенность некоторых ее параметров. Поэтому умение анализировать и моделировать динамику таких систем является предпосылкой для успешного решения поставленной задачи. Анализ и моделирование базируется на современных компьютерных технологиях, в основе которых лежат стандартные пакеты программирования.

В настоящее время существует большое количество стандартных пакетов программирования, позволяющих успешно решать целый ряд прикладных задач в области автоматического управления, не прибегая к самостоятельной их разработке на языках высокого уровня. Одним из таких стандартных пакетов программирования является система MATLAB.

Система MATLAB (Matrix Laboratory–матричная лаборатория) создана фирмой Math Works как язык программирования высокого уровня для технических вычислений. MATLAB ориентирован на обработку матричных операций, составляющих основу моделирования сложных динамических систем.

Система MATLAB включает пакет расширения SIMULINK, который предназначен для моделирования динамических систем по принципу визуально-ориентированного программирования. Библиотека пакета расширения SIMULINK состоит из разделов, каждый из которых содержит набор визуальных объектов (в дальнейшем–блоков), используя которые возможно составить графическую модель исследуемой системы с последующим анализом ее характеристик.

Помимо пакета расширения SIMULINK, в систему MATLAB входит целый ряд других пакетов расширения, из которых наиболее важными являются следующие.

1. CONTROL SYSTEMS – разработка линейных систем управления.
2. NONLINEAR CONTROL SYSTEMS – разработка нелинейных систем управления.
3. POWER SYSTEMS – разработка электротехнических систем.

Указанные пакеты расширения ориентированы на аналитические модели, но не исключают взаимодействие с графическими моделями, созданными в пакете расширения SIMULINK.

В системе MATLAB с пакетом расширения SIMULINK (MATLAB+SIMULINK) присущи все методы работы с программой WINDOWS.

Включение системы MATLAB.

Для этого необходимо:

- *произвести один щелчок левой клавишей мыши по пиктограмме MATLAB на рабочем столе WINDOWS (активизировать пиктограмму);
- *произвести двойной щелчок левой клавишей мыши по пиктограмме MATLAB на рабочем столе WINDOWS.

Включение пакета расширения SIMULINK.

Для этого необходимо:

- * произвести один щелчок левой клавишей мыши по пиктограмме SIMULINK в строке меню окна системы MATLAB.

В левой части окна SIMULINK расположены *разделы библиотеки*. Каждый раздел библиотеки является пакетом *прикладных программ*. Для работы с тем или иным разделом библиотеки необходимо открыть раздел (произвести один щелчок левой клавишей мыши по квадрату со знаком + перед названием раздела). Для открытия подраздела произвести один щелчок левой клавишей мыши по строке выбранного подраздела. В правой части окна SIMULINK появится набор пиктограмм блоков данного подраздела.

Графическая модель в пакете расширения SIMULINK создается путем набора ее в *наборном поле* из блоков, хранящихся в соответствующих разделах и подразделах библиотеки.

Порядок работы с пакетом Simulink

Построение модели в наборном поле включает следующие операции.

1. Открытие наборного поля с ранее созданной моделью.

Для этого необходимо:

- * произвести один щелчок левой клавишей мыши по кнопке File в строке меню окна Simulink;
- * произвести один щелчок левой клавишей мыши по строке Open;

- * произвести один щелчок левой клавишей мыши по пиктограмме архивной модели;

- * произвести двойной щелчок левой клавишей мыши по пиктограмме архивной модели.

2. Открытие нового наборного поля.

Для этого необходимо:

- * произвести один щелчок левой клавишей мыши по кнопке File в строке меню окна Simulink;

- * произвести один щелчок левой клавишей мыши по кнопке New;

- * произвести один щелчок левой клавишей мыши по кнопке Model.

3. Копирование блоков из библиотеки Simulink в наборное поле.

Для этого необходимо:

- *открыть раздел библиотеки;

- *открыть подраздел библиотеки;

- *установить курсор на выбранном блоке;

- *нажать левую клавишу мыши и, не отпуская ее, перетащить блок в наборное поле.

При использовании в наборном поле нескольких одноименных блоков их возможно множить.

Для этого необходимо:

- *установить курсор на выбранном блоке в наборном поле;

- *нажать правую клавишу мыши и, не отпуская ее, перетащить блок внутри наборного поля.

4. Создание соединительных линий.

Для этого необходимо:

- *установить курсор на выходной (входной) порт блока (на треугольник);

- *нажать левую клавишу мыши и, не отпуская ее, провести линию.

5. Выделение блоков и соединительных линий.

Для этого необходимо:

* произвести один щелчок левой клавишей мыши по выбранному блоку (линии); на углах блока (линии) появятся метки.

6. Удаление блоков и соединительных линий.

Для этого необходимо:

*выделить блок (линию):

*нажать клавишу Del.

7. Создание линий с разветвлением.

Для этого необходимо:

*установить курсор в точку разветвления;

*нажать правую клавишу мыши и, не отпуская ее, провести линию (от уже имеющейся).

8. Перемещение соединительных линий.

Для этого необходимо:

*установить курсор на соединительную линию;

*нажать левую клавишу мыши и, не отпуская ее, переместить линию.

9. Увеличение длины соединительной линии и ее сегментация.

Для этого необходимо:

*для увеличения длины ранее созданной соединительной линии необходимо установить курсор на конец линии, нажать левую клавишу мыши и, не отпуская ее, растянуть линию;

*для создания соединительной линии сложной конфигурации (из нескольких линий – сегментов, расположенных к друг к другу под углами в 90 град.) необходимо установить курсор в конце предыдущего сегмента и создать следующий сегмент, удерживая левую клавишу мыши.

10. Изменение угловой ориентации блока.

Для этого необходимо:

*выделить блок;

*нажать кнопку Format в строке меню наборного поля;

* произвести один щелчок левой клавишей мыши по строке Flip Block при повороте блока на 180 градусов;

* произвести один щелчок левой клавишей мыши по строке Rotate Block при повороте блока на 90 градусов.

11. Изменение размеров пиктограммы блока.

Для этого необходимо:

- * выделить блок;
- * установить курсор на угловую метку блока (появится стрелка);
- * растянуть блок.

12. Установка параметров блока.

Для этого необходимо:

- * произвести двойной щелчок левой клавишей мыши по выбранному блоку;
- * в появившемся окне установить требуемые параметры блока.

13. Создание комментариев.

Для создания комментария необходимо:

- * произвести двойной щелчок левой клавишей мыши по тому месту наборного поля, где требуется установить комментарии;
- * ввести текст комментария (латинскими буквами).

Для уничтожения комментария необходимо:

- * произвести один щелчок правой клавишей мыши по рамке комментария;
- * произвести один щелчок левой клавишей мыши по строке Clear.

Для уничтожения рамки комментария необходимо:

- * произвести один щелчок левой клавишей мыши по рамке комментария.

Для восстановления рамки комментария необходимо:

- * произвести один щелчок левой клавишей мыши по тексту комментария.

14. Открытие экрана виртуального осциллографа.


Для этого необходимо:

- * выделить блок виртуального осциллографа;

* произвести двойной щелчок левой клавишей мыши по выделенному блоку; появится темное окно (экран), в котором можно наблюдать изменение исследуемых параметров.

15. Запуск процесса моделирования.

Для этого необходимо:

* произвести один щелчок левой клавишей мыши по кнопке  в строке меню наборного поля;

или

* произвести один щелчок левой клавишей мыши по кнопке Simulation;

* произвести один щелчок левой клавишей мыши по строке Start.

16. Установка параметров экрана виртуального осциллографа.

Для этого необходимо:

* произвести один щелчок левой клавишей мыши по кнопке Simulation в строке меню наборного поля;

* произвести один щелчок левой клавишей мыши по строке Simulation parameters;

* в открывшемся окне параметров виртуального осциллографа указать время начала (Start time) и конца (Stop time) процесса моделирования;

* открыть экран виртуального осциллографа;

* произвести один щелчок левой клавишей мыши по полю экрана виртуального осциллографа;

* произвести один щелчок левой клавишей мыши по строке Autoscale для автоматической установки предельных параметров по оси у;

* произвести один щелчок левой клавишей мыши по строке Axes properties;

* установить предельные параметры по оси у.

17. Наблюдение на экране виртуального осциллографа одновременно несколько изменяющихся параметров.

Для этого необходимо:

*вызвать окно параметров экрана виртуального осциллографа, произведя один щелчок левой клавишей мыши по кнопке Parameters, и установить требуемое количество входов в виртуальный осциллограф в строке Number of axes; в этом случае экран виртуального осциллографа разделится на выбранное количество входов;

или

*установить перед виртуальным осциллографом блок расширения Mux из подраздела SIGNAL & SYSTEMS;

*вызвать окно параметров блока Mux и установить требуемое количество входов; на одном экране виртуального осциллографа можно будет одновременно наблюдать несколько изменяющихся параметров модели.

18. Сохранение и печать модели.

Для сохранения модели необходимо:

произвести один щелчок левой клавишей мыши по кнопке File в строке меню наборного поля;

произвести один щелчок левой клавишей мыши по строке Save (сохранить) или Save as (сохранить как).

7. АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Для вызова программы LTI из наборного поля необходимо:

*использовать графическую модель, разработанную студентом на основе исходных технических данных;

* произвести один щелчок левой клавишей мыши по кнопке Tools в строке меню наборного поля;

* произвести один щелчок левой клавишей мыши по строке Linear Analysis; открывается окно с входным и выходным портами Model Inputs and Outputs и пустое окно программы LTI Viewer (*интерактивный обозреватель*); одновременно открывается окно Getting Started With the LTI Viewer, которое можно сразу закрыть;

*перетащить входной и выходной порты в наборное поле и установить порт Input Point (входной порт) на входе модели (между блоком, вырабатывающим задающее воздействие, и устройством сравнения), а порт Outputs Point (выходной порт) на выходе модели;

* произвести один щелчок левой клавишей мыши по кнопке Edit (редактор) в окне LTI Viewer;

* произвести один щелчок левой клавишей мыши по строке Viewer Preferences и в открывшемся окне активизировать вставку Characteristics; в строке Show setting time within установить заданное значение статической ошибки в процентах;

* произвести один щелчок левой клавишей мыши по строке Plot Configuration (вид графика); в открывшемся окне в поле Select a response plot configuration (выбор конфигурации графиков) выбрать количество одновременно отображаемых графиков; для размещения в выбранных полях тех или иных графиков необходимо в правой части окна (Response type – отображаемые виды) указать названия этих графиков под соответствующими номерами.

Программа LTI позволяет отобразить следующие графики:

*Step – реакция системы на единичную ступенчатую функцию;

*Impulse – реакция системы на единичную функцию;

*Bode – амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики системы;

*Bode-mag. – абсолютная величина изменения амплитудно-частотной характеристики;

*Nyquist – корневой годограф (Найквиста);

*Nichols – годограф Николса;

*Pole/zero – карта нулей и полюсов;

Для проведения моделирования по программе LTI в окне LTI Viewer необходимо произвести следующие операции:

* произвести один щелчок левой клавишей мыши по кнопке Simulink;

* произвести один щелчок левой клавишей мыши по строке Get Linearized Model.

С целью облегчения проведения анализа выводимых графиков в программе LTI имеется набор следующего инструментария.

1. При подводе курсора к линии графика с последующим щелчком левой клавишей мыши даются численные значения и комментарии относительно выбранной точки графика.

2. При щелчке правой клавишей мыши по полю графика появляется окно, в котором есть две важные строки: Grid – сетка, наносимая на график, и Characteristics – характеристики, при помощи которых возможно в автоматическом режиме получить значения некоторых характеристик графика. К ним относятся следующие характеристики:

*Peak Response – пик изменяющейся характеристики;

*Setting Time – время переходного процесса;

*Rise Time – максимальная скорость;

*Steady State – точка достижения заданного значения;

*Stability Margins (Minimum only, All crossings) – запас устойчивости.

*Pole – корни характеристического уравнения;

*Damping – коэффициент демпфирования;

*Overshoot – перерегулирование;

*Frequency – период собственных колебаний.

8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ PID-РЕГУЛЯТОРА

1. Вначале студенту предлагается повторить готовый пример.

Предположим, необходимо оптимизировать переходный процесс системы, структурная схема которой указана на рис. 1, а переходная функция на рис. 2.

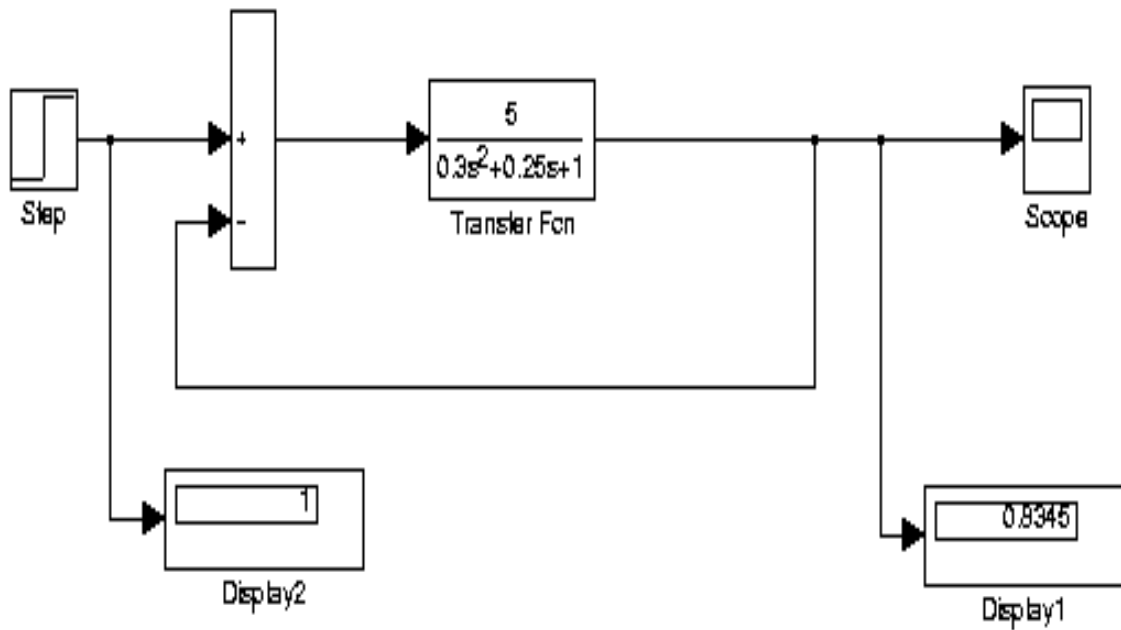


Рис.1

С

туде

нту необходимо в новом наборном поле набрать модель, структурная схема которой указана на рис. 1. Открыть экран осциллографа и получить кривую переходного процесса. Сохранить модель под своим названием.

Необходимо ограничить переходную функцию следующими параметрами (рис. 3).

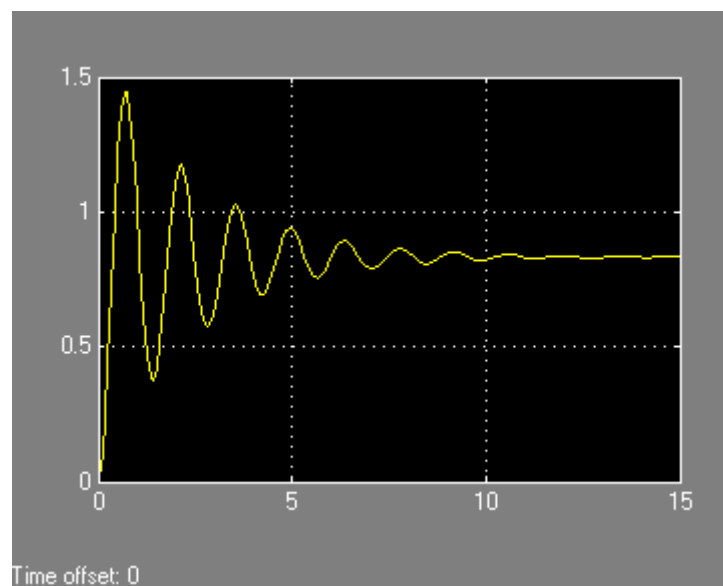


Рис. 2

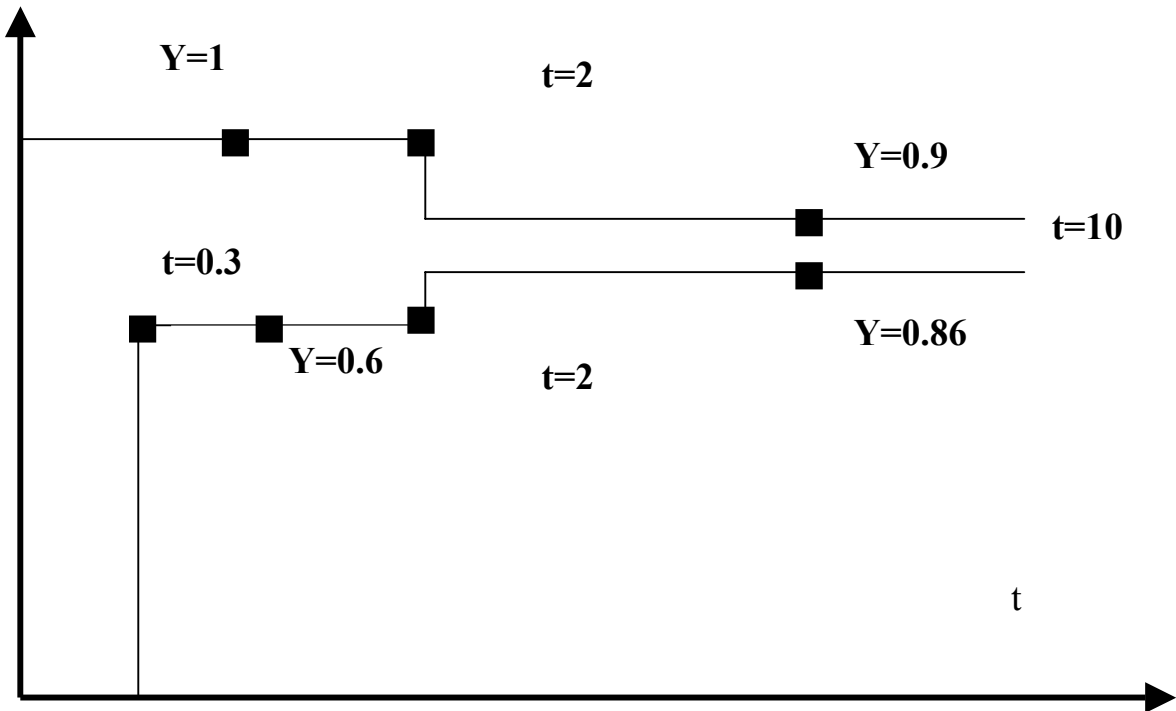


Рис.3

Для запуска программы **Nonlinear Control Design** требуется выполнить следующие операции.

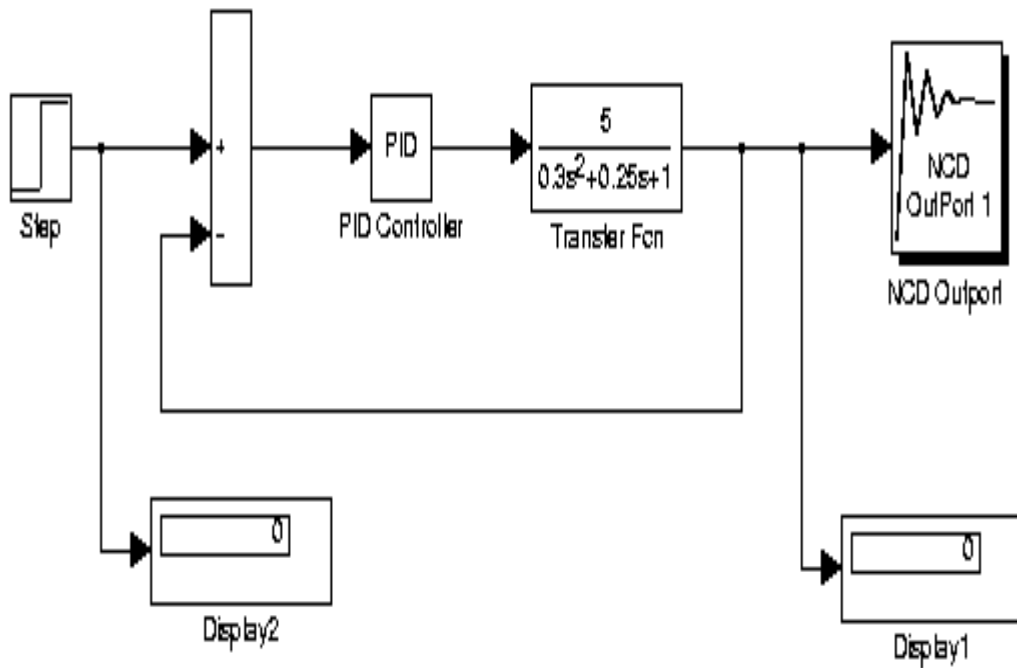


Рис. 4

1.1. Изменить ранее созданную структурную схему как указано на рис. 4. На выходе схемы установить блок NCD Outport (из раздела NCD Blackest – подвести курсор к + и нажать правую клавишу мыши). Между устройством сравнения (Sum) и колебательным звеном (Transfer Fcn) установить PID-регулятор (из раздела Simulink Extras – Additional Linear).

Постановка задачи оптимизации в данном случае заключается в нахождении значений коэффициентов PID-регулятора (K_p , K_i и K_d) при известных параметрах объекта регулирования (колебательное звено).

1.2. Открыть окно характеристик PID-регулятора и в соответствующих строках установить наименования коэффициентов регуляторов K_p , K_i , K_d .

1.3. Открыть окно блока NCD Outport.

Открыть в строке меню Options и активизировать строку Y-Axis. В открывшемся окне установить диапазон изменения выходного сигнала от 0 до 1,5.

В графической части открывшегося окна блока NCD Outport показаны красные линии, которые должны ограничивать кривую переходного процесса для выполнения заданных условий. Используя курсор возможно переместить эти линии при помощи мыши и установить их так, чтобы ограничить кривую переходного процесса максимальным перерегулированием, временем первого согласования, длительностью переходного процесса и величиной ошибки в установившемся режиме. Для перемещения линии необходимо установить курсор на красное поле линии, нажать левую клавишу мыши и не отпуская ее перетащить линию на новое место. Для более точной установки границ контролируемого сигнала на выходе системы необходимо установить курсор на выбранную линию, нажать правую кнопку мыши. В открывшемся окне установить при помощи цифр нужное точное значение положения линии (по рис. 4.3). Символы X_1 и X_2 характеризуют начало и конец линии во времени. Символы Y_1 и Y_2 характеризуют ординаты начала и конца линии.

1.4. Один раз щелкнуть левой клавишей мыши по строке Optimization в строке меню окна NCD Outport. Один раз щелкнуть левой клавишей мыши по

строке Parameters и в открывшемся окне в строке Tunable Variables указать названия оптимизируемых характеристик (K_p K_i K_d), а в строке интервала дискретизации (Discretization interval) величину периода квантования (например 0.05).

1.5. Задать в системе MatLab **начальные** значения оптимизируемых параметров PID-регулятора ($K_p=1$, $K_i=0$, $K_d=0$), что формально должно означать: в начальный момент моделирования PID-регулятор отсутствует. Для этого необходимо активизировать окно системы MatLab. В командной строке поля Command Window указать:

»шифр (название) файла наборного поля студента нажать Enter

»% нажать Enter

» $K_p=1$ нажать Enter

» $K_i=0$ нажать Enter

» $K_d=0$ нажать Enter

1.6. Включить процесс моделирования, нажав кнопку Start на панели инструментов окна NCD Outport. После того, как новая кривая переходного процесса займет положение внутри красных ограничивающих линий, нажать на панели инструментов окна NCD Outport кнопку Stop.

1.7. Определить истинные оптимальные значения коэффициентов PID-регулятора. Для этого необходимо в командной строке поля Command Window окна MatLab указать:

» K_p нажать Enter

» K_i нажать Enter

» K_d нажать Enter

Для рассматриваемого случая коэффициенты будут равны

>> K_p

$K_p =$

1.685

>> K_i

$K_i =$

-0.0319

$\gg K_d$

$K_d =$

0.3208

2. Определить оптимальные значения коэффициентов PID-регулятора для разрабатываемой в курсовой работе системы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В. Дьяконов, В. Круглов. MatLab. Анализ, идентификация и моделирование систем. Специальный выпуск.-СПб.: Питер. 2002.-448 с.

2. В.П. Дьяконов. Simulink. Специальный справочник. –СПб.: Питер. 2002.-528 с.

3. С. Г. Герман-Галкин. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MatLab 6.0: Учебное пособие.-СПб.: КОРОНА принт, 2001.-320 с.

4. В.П. Дьяконов. MatLab 6,5SP1/7.0 Simulink 5/67 Основы применения. Серия “Библиотека профессионала”.-М.: СОЛОН-Пресс, 2005.-800 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Общие положения	3
2.	Задание, оформление и защита курсовой работы	4
3.	Использование элементов автоматизированного проектирования	5
4.	Техническое задание	5
5.	Технический проект	7
6.	Система MATLAB+SIMULINK	11
7..	Анализ характеристик автоматической системы	18
8.	Определение коэффициентов PID-регулятора	20
10	Библиографический список	25
11.	Приложение	26

ПРИЛОЖЕНИЕ**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ТАХОГЕНЕРАТОРА АТ-231**

Максимальная скорость вращения $\omega_{\text{max}}=3158$ об/мин.

Крутизна характеристики $E=5,7$ мВ/об/мин.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ДВИГАТЕЛЯ СЛ-661

Номинальное напряжение, $U_{\text{п}}$, В	110
Полезная мощность, P , Вт	230
Скорость вращения ротора, n , об/мин	2400
Ток якоря, $I_{\text{я}}$, А	2,6
Ток обмотки возбуждения, $I_{\text{в}}$, А	0,2
Момент на валу, M , Нм	0,925
Сопротивление якоря, $R_{\text{я}}$, Ом	1,73
Индуктивность якоря, $L_{\text{я}}$, Гн	0,8
Момент инерции, $J_{\text{г}}$, кг м ²	$12 \cdot 10^{-3}$

Редактор

Сводный темплан 2006 г.

Лицензия ЛР №020308 от 14.02.97

Подписано в печать .2006 Формат 60*84 1/16

Б.Кн.-журн. П.л. 1,625 Бл. РТП РИО СЗТУ

Тираж 120 Заказ

Северо-Западный государственный заочный технический университет

РИО СЗТУ, член Издательско-полиграфической ассоциации

Вузов Санкт-Петербурга

191186, Санкт-Петербург, ул.Миллионная, 5