

проектирования. Условие срабатывания перехода имеет вид $D^- \cdot u_k \leq \mu_{k-1}$.

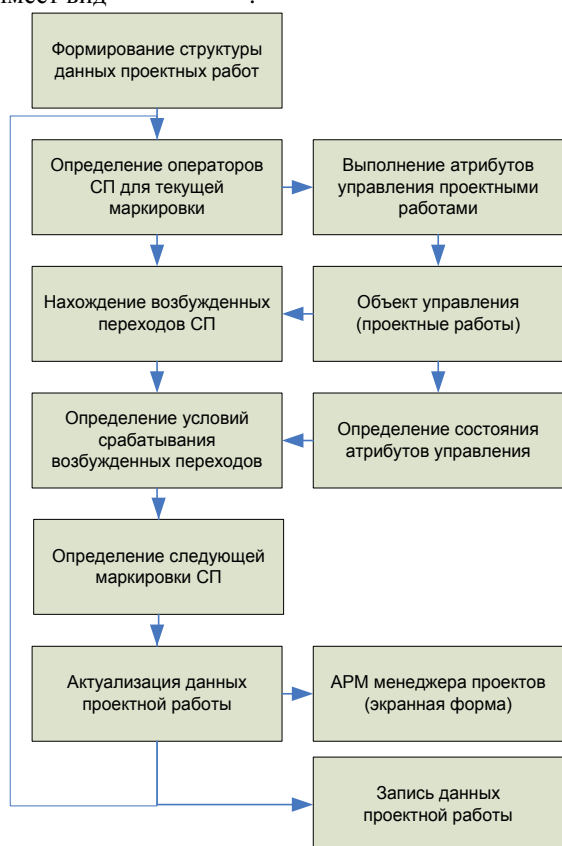


Рис. 1. Блок схема супервизорного управления проектными работами

Переходы этих моделей отображают технологические операции. Это множество дополняется переходами, моделирующими вспомогательные операции (транспорт, измерения и т.д.).

Множества входных и выходных позиций перехода сети образуют перечень продуктов и ресурсов проектирования, требуемых для запуска операции $I(t_j) = \{p_i / (p_i, t_j) \in D\}$ и, соответственно, перечень продуктов проектирования, формируе-

мых в процессе ее выполнения $Q(t_j) = \{p_i / (t_j, p_i) \in D\}$.

Матрица инцидентий позволяет определить уравнение, формирующее механизм изменения маркировки сети $\mu_k = \mu_{k-1} + D \cdot u_k$, где u_k – вектор-столбец длины $|T|$, имеющий единственный ненулевой элемент в позиции j , равный 1 и, соответственно, определяющий, какой из переходов срабатывает на текущем такте управления. Блок схема супервизорного управления проектными работами показана на рисунке 1.

Заключение

Несмотря на все преимущества, представление потоков работ в виде СП являются все же низкоуровневыми и неудобными для использования при подготовке информационной системы. Однако хорошо исследованный аппарат СП позволяет моделировать семантику проектных работ и обеспечивает супервизорные свойства управления потоком проектных работ. Предложенные в [3] инварианты СП позволяют получить все возможные сценарии выполнения проектных работ. СП позволяют уточнить статические модели выполнения проектных работ и тем самым повышают качество регламентирующих документов.

Литература

1. Официальный сайт международной организации Workflow Management Coalition [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.wfmc.ru/>, свободный.
2. V.A. Jeetendra, O.V. Krishnaiah. Petri Nets for project Management and resource Levelling/ Int. J. Adv. Manual. Technol. 2000 г. 516-520 с.
3. Дорпер М.Г. Оптимизация расчета инвариантов сети Петри в рамках задачи формирования сценариев интеграционного тестирования/ Модел. и анализ информ. систем. Т.17, №2. 2010г. 5-16 с.

ДЕМОНСТРАТИВНАЯ ФУНКЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПИД РЕГУЛЯТОРА В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Леонтьев Р.А., Меденцев Н.Н.
Научный руководитель: Тутов И.А.
Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30
E-mail: romanleontev@gmail.com

В своем большинстве, в системах автоматического управления используются классические ПИД регуляторы, синтезируемые на основе традиционных инженерных методов, что составляет порядка 90% всех используемых регуляторов.

В настоящее время при расчете коэффициентов регуляторов локальных систем широко используются достаточно простые динамические модели

промышленных объектов управления. В частности, использование моделей неинерционных звеньев первого или второго порядка с запаздыванием для расчета настроек регуляторов обеспечивает в большинстве случаев качественную работу реальной системы управления.

В связи с этим, возникает задача определения численных значений параметров динамических

моделей промышленных объектов управления. Опыт показывает, что значительно проще, но с достаточной точностью, определить эти параметры экспериментально на реальном объекте управ-

ления. Поэтому сутью самого исследования и стало создание экспериментальной модели системы стабилизации на основе ПИД-регулятора.

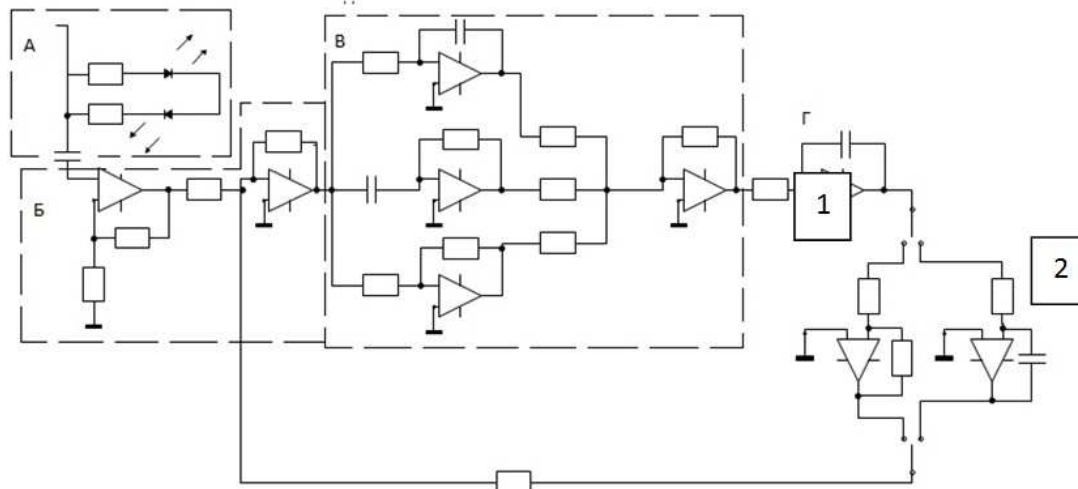


Рис. 1. Принципиальная схема построения с использованием операционных усилителей LM324N и RC-элементов

На рисунке 1 представлена принципиальная схема построения с использованием операционных усилителей LM324N и RC-элементов.

Блок А имеет лишь демонстрационную функцию, то есть светодиоды указывают, корректность подключения питания.

Блок Б содержит генератор прямоугольных импульсов и сумматор, для учета ОС, представленной постоянным сопротивлением.

На блоке В представлен, собственно ПИД-регулятор. Для возможности изменения параметров использованы реостаты, вместо постоянных резисторов, значения которых рассчитаны были на этапе проектирования. Также к этому блоку относится еще один сумматор.

Блок Г является моделью объекта управления, в роли которого выступает либо интегратор 1ого порядка с инвертором, либо интегратором 2ого порядка. Рассмотрим систему с интегратором без обратной связи (1), на который подан прямоугольный импульс. Так как полюс системы находится в начале координат, тогда переходная характеристика будет линейно-возрастающей. Если будет 2 интегратора (2), тогда переходная характеристика примет уже параболический вид, что тоже недопустимо для реального процесса. Положительный эффект даст введение отрицательной обратной связи, но только в случае (1) процесс будет сходящимся, без перерегулирования, но с большим временем регулирования. В случае (2) система перейдет в колебательное состояние, что в реальных условиях технологического процесса, как правило, неприемлемо. С этой целью и вводится ПИД регулятор, для изменения времени регулирования и перерегулирования системы.

Применение математических расчетов применимо только для идеализированных систем, кото-

рые, впрочем, и рассматриваются в учебном процессе подготовки инженеров. Но в практическом применении навыков настройки ПИД-регуляторов можно заметить, что точные математические расчеты не учитывают ряд особенностей реального объекта (различного рода нелинейности, например, «насыщение»), либо не достижимы. Фактически реальная система немного отличается от математической модели. Это можно увидеть, сравнив результат моделирования со снятой осциллограммой выходного сигнала собранного ПИД-регулятора. То есть, расчет по формулам не дает действительно оптимальной настройки регуляторов для реальных технологических процессов. В частности, не учитывается всегда присутствующая нелинейность типа «ограничение» для управляющего воздействия. Кроме того, существует некоторая погрешность у используемых параметров. Это требует подстройки регуляторов. Ее выполняют на основе правил, полученных из теоретического анализа и численных экспериментов, которые можно осуществить на собранном регуляторе.

В этом и заключается основное преимущество реального ПИД-регулятора, перед моделью, которую можно создать, используя пакеты программ математического моделирования, предлагаемого для исследования регуляторов в ходе обучения.

Ручная настройка ПИД-регулятора сводится обычно к следующим позициям:

- увеличение пропорционального коэффициента увеличивает быстродействие и снижает запас устойчивости;
- с уменьшением интегральной составляющей ошибка регулирования с течением времени уменьшается быстрее;
- уменьшение постоянной интегрирования уменьшает запас устойчивости;

- увеличение дифференциальной составляющей увеличивает запас устойчивости и быстродействие.

Также, не стоит забывать, что в любом регулируемом процессе всегда присутствуют внешние воздействия. Естественно, что простейшие модели, применяемые в обучении, не учитывают данные помехи.

Помимо этого стоит также учесть, что в MATLAB Simulink изучение поведения выходной характеристики от параметров системы строго детерминировано, то есть при нескольких различных наборах параметров мы видим определенные графики, что, собственно, и не позволяет «прочувствовать» взаимосвязь динамики системы от значений коэффициентов регуляторов. Если же студент будет иметь возможность плавно изменять каждый параметр в отдельности, то будет возможность наглядно представить характер изменения выходного сигнала.

Помимо этого, непосредственным изменением параметров каждого звена регулятора можно получать либо «сильные», либо «слабые» (приближенные к размыканию контура) настройки [3]. Сильные настройки преимущественно направлены на улучшение характеристик, но значительно уменьшает область устойчивости в пространстве параметров модели объекта. В то же время во вторую группу включены как контуры, настройки

которых ослаблены для обеспечения работы контура при изменении режима работы объекта (доп. нагрузки), так и контуры с плохими регулирующими органами (люфт, выбег, гистерезис и т.п.). То есть, слабые настройки используются при отсутствии методов, позволяющих промышленной эксплуатации (весьма приближенное соответствие модели объекту) обнаружить изменения и определить новые параметры модели объекта.

В итоге, при практических экспериментах, будучи в рядах студентов, возможно получение навыков работы с регуляторами, необходимые для решения обыденных и не только задач производственных масштабов.

Литература

1. Киселев О.Н., Поляк Б.Т. Синтез регуляторов низкого порядка по критерию H_∞ и по критерию максимальной робастности // Автоматика и телемеханика. – 1999. – № 3. – С. 119–130.
2. Денисенко В.В. ПИД-регуляторы: вопросы реализации // Современные технологии автоматизации. 2007. № 4. С. 86-97.
3. Штейнберг Ш.Е., Серёжин Л.П., Залуцкий И.Е., Варламов И.Г. Проблемы создания и эксплуатации эффективных систем регулирования // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2004. – № 7. – С. 1–7.

АНАЛИЗ СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ С КОМБИНИРОВАННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ LABVIEW

Ле Ван Туан

Научный руководитель: Казьмин В.П., к.т.н, доцент
Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30
E-mail: visaosang89@gmail.com

Введение

Управление играет важную роль в развитии науки и техники. Управление используется всюду от систем корабля, ракет, беспилотных летательных аппаратов, роботов, робототехники в современных производственных процессах и даже в повседневной жизни: контроль температуры, влажности и т.п. При развитии науки компьютеры широко применяются во многих производственных процессах. Компьютер используется не только для контроля и управления системы, но и для проектирования и анализа их до реализации реальных систем. Labview является одним из современных средств разработки прикладного программного обеспечения. Labview использует графический язык программирования, предназначенный для создания программ в форме структурных схем. В сегодняшние дни Labview широко применяется в разных областях [1].

Основная задача является использованием программной среды Labview для исследования следящей системы с комбинированным управлением.

Исходными данными работы являются принципиальная схема САР (системы автоматического регулирования), дифференциальные уравнения функциональных элементов САР. Требуется составить функциональную схему САР, дать краткое описание её назначения и работы, составить структурную схему, определить устойчивость системы, качество САР для линейного, нелинейного и импульсного вариантов исследования [2].

По принципиальной схеме САР составим её функциональную схему.

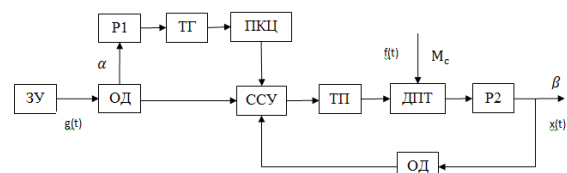


Рис. 1. Функциональная схема САР

Задачей регулирования является обеспечение на выходе объекта управления требуемого значе-