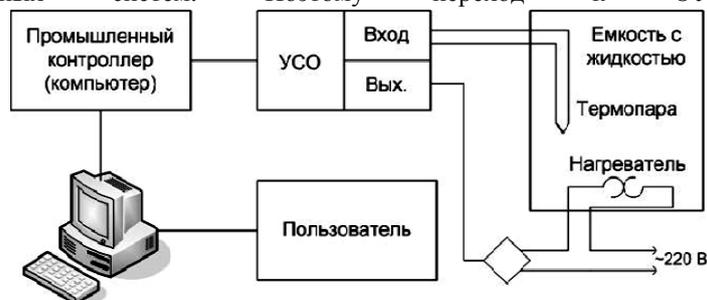


## АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ СИСТЕМ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ\*

Автоматизация производственных процессов составляет основную задачу современной промышленности. Стремление выпускать качественную продукцию при минимуме затрат на ее изготовление приводит к необходимости применять высококачественные материалы, сложное и дорогостоящее оборудование, а также новейшие достижения в области автоматизации управления. При современном темпе развития средств вычислительной техники все большее количество автоматизированных систем управления строится на промышленных компьютерах и контроллерах. Обладая высоким быстродействием, они способны осуществлять управление процессом с использованием сложных математических зависимостей. Это дает возможность применения теории оптимального управления (ОУ) при автоматизации технологических процессов. Применение ОУ положительно сказывается не только на высоких показателях эффективности, но и на надежности применяемого оборудования, так как при выборе оптимальных управляющих воздействий учитываются ограничения на управление, и это гарантирует, что исполнительный орган не будет перегружен. Однако из-за высокой сложности и наукоемкости данной теории в настоящий момент предпочтение отдается по большей части традиционному управлению с применением ПИД-регуляторов, хотя во многих случаях введение ОУ дало бы значительный положительный эффект. Такое положение объясняется в основном нехваткой специалистов в области автоматизации, хорошо знающих теорию ОУ. Имея цель мотивировать стремление в освоении теории ОУ, в статье производится анализ информационных потоков в процессе проектирования.

Для проведения исследований по применению ОУ используется лабораторная установка, реализующая нагрев жидкости, изображенная на рис. 1. Говоря об ОУ, следует подчеркнуть, что производится выбор наилучшего управляющего воздействия из возможных, которые переводят объект управления из начального состояния в заданное конечное состояние за требуемый промежуток времени.

Как видно из рис. 1, система оптимального управления (СОУ) по внешнему виду ничем не отличается от повсеместно применяемых промышленных систем. Поэтому переход к ОУ производится только



**Рис. 1. Схема лабораторного стенда исследования  
оптимального управления**

лишь заменой программного обеспечения существующих систем управления. Необходимым условием при таком переходе является соответствие характеристик вычислительных средств.

В настоящий момент имеется тенденция оснащать промышленные контроллеры (компьютеры) SoftLogic-системами разработки программ, такими, как ISaGraf [1]. Подобные системы обеспечивают разработчика мощным инструментом по созданию и отладке программ, а также поддерживают современные технологии обмена данными, такими, как Modbus, DCON, OPC и др. Одним из стандартных сервисов, предлагаемых такими системами, является технология DDE (Dynamic Data Exchange), которую можно использовать для широкого круга реальных задач, не критичных к быстродействию.

Процесс синтеза ОУ для заданного объекта состоит из последовательности этапов [2]:

- предварительный анализ объекта управления;
- снятие данных о реакции объекта на типовые входные воздействия;
- идентификация математической модели объекта управления;
- полный анализ ОУ;
- предварительный расчет эффективности управления;
- реализация алгоритма ОУ;
- расчет эффективности ОУ.

Этапы идентификации и полный анализ ОУ удобно производить с использованием экспертной системы энергосберегающего управления (ЭСЭСУ) [2]. Для снятия данных об объекте необходим клиент, который путем взаимодействия с SoftLogic-системой производит выбор необходимых переменных в определенные моменты времени и предоставляет эти данные для записи в базу данных.

При синтезе ОУ для объекта с определенной математической моделью методом синтезирующих переменных образуется многомерная поверхность в пространстве синтезирующих переменных, размерность которой на единицу превышает порядок модели объекта [2]. Границы этой поверхности образуют области существования решения задачи оптимального управления (ЗОУ). Исходные данные трансформируются в многомерный вектор в пространстве координат синтезирующих переменных. Если этот вектор принадлежит области существования ЗОУ, то решение ЗОУ существует и легко рассчитать вид управляющего воздействия.

На рис. 2 приведена схема программного обеспечения, применяемого в исследовании ОУ с помощью стенда, показанного на рис. 1. Пользователь осуществляет подготовку проектов и их отладку непосредственно в целевой системе с помо-

\* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, доц. Д.Ю. Муромцева.

щью системы ISaGraf. Для снятия данных ему необходимо настроить модуль клиента DDE. А именно, указать проект-заготовку, реализующий подачу типовых воздействий и снятие результатов. После успешного соединения клиента можно запускать эксперимент и заполнять базу данных экспериментальными данными.

После заполнения базы данных достаточным количеством экспериментальных данных пользователь загружает эти данные в ЭСЭСУ и выполняет автоматизированные этапы идентификации и полного анализа оптимального управления в интерактивном режиме. После успешного выполнения этих этапов пользователю выдается результат полного анализа ОУ, который является основой алгоритмического обеспечения СОУ. Дальнейшие действия пользователя состоят в программировании полученных алгоритмов в ISaGraf и отладке проекта на целевой системе.

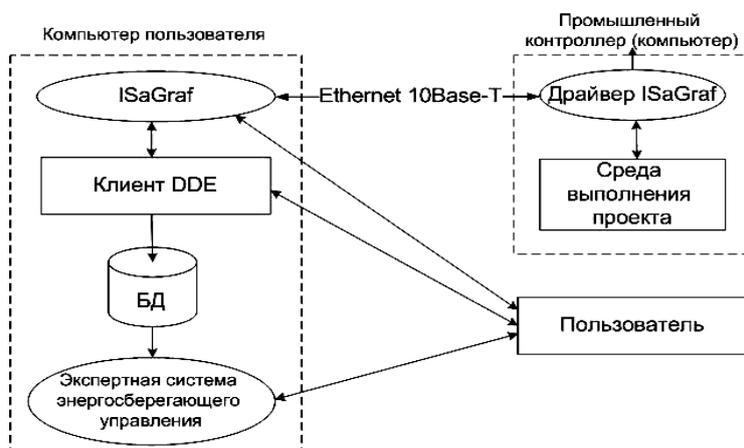


Рис. 2. Состав программных компонентов

В заключение хотелось бы отметить, что дальнейшее развитие информационных технологий для создания СОУ имеет тенденцию к автоматизации наиболее трудоемких этапов. Этого возможно добиться комплексом программ с применением объектного подхода технологии COM, либо созданием единой программной среды разработки, поддерживающей все этапы проектирования систем управления. В последнем случае более перспективным является использование SCADA-систем.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://www.icpdas.com/faq/isagraf.htm>.
2. Муромцев, Д.Ю. Методы и алгоритмы синтеза энергосберегающего управления технологическими объектами : монография / Д.Ю. Муромцев. – Тамбов; М.; СПб.; Баку; Вена : Изд-во «Нобелистика», 2005. – 202 с.

*Кафедра «Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем»*