

Чернышев Л.О., Лебедев В.В., Чернышев О.Л. Требования к разработке лабораторного стенда для автоматизации исследований опытных технологических процессов. // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: Сб. статей XVIII Междунар. научно-техн. конф. – Пенза: ПДЗ, 2018. – С. 193-198.

УДК 681.5

ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАНИЙ ОПЫТНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Л.О. Чернышев, В.В. Лебедев, О.Л. Чернышев

REQUIREMENTS FOR THE DEVELOPMENT OF A LABORATORY BENCH FOR AUTOMATION OF RESEARCH OF EXPERIMENTAL TECHNOLOGICAL PROCESSES

L.O. Chernyshev, V.V. Lebedev, O.L. Chernyshev

Аннотация. Статья посвящена разработке лабораторного стенда для автоматизации исследований опытных технологических процессов. Определены основные задачи, решаемые исследовательским комплексом, и сформированы общие требования к компонентам системы. Детализована обобщенная схема функциональной структуры комплекса, которая должна содержать функциональные подсистемы: автоматизированного сбора информации и управления объектом, планирования экспериментов и имитационного моделирования.

Ключевые слова: автоматизация, планирование экспериментов, имитационное моделирование.

Abstract. The article is devoted to the development of a laboratory stand for the automation of research of experimental technological processes. The main tasks solved by the research complex are defined and the general requirements for the system components are formed. Detailed generalized scheme of the functional structure of the complex, which should contain functional subsystems: automated data collection and control of the facility, planning experiments and simulation.

Keywords: automation, experiment planning, simulation modeling.

Как показано в публикации авторов [1], большой значимостью и актуальностью обладают учебные дисциплины, связанные приобретением знаний, практических навыков и умений проектирования и эксплуатации средств автоматизации. Именно к такой дисциплине относится курс "Автоматизированные системы научных исследований (АСНИ)", для успешного освоения которого необходима современная экспериментальная база. Поэтому более детально рассмотрим требования к разработке лабораторного стенда для автоматизации исследований опытных технологических процессов.

Теоретическая основа создания инструментария, связанная с изучением адаптивных систем управления, теорией планирования экспериментов и имитационным моделированием, а также область применения средств АСНИ, ориентированная на автоматизированное исследование и проектирование опытных технологических процессов (в части планирова-

ния и проведения экспериментов, моделирования и оптимизации технологического процесса и системы автоматического управления), диктуют собственные требования и формируют специфику построения интегрированной экспериментальной базы, которая должна обеспечивать решение следующих задач:

- исследование технологического процесса в режиме активного эксперимента по разработанной методике, предусматривающей минимальные временные затраты на процесс отработки технологии;
- автоматизированное проведение экспериментов по заданному регламенту-плану с накоплением экспериментальных данных;
- определение оптимальных условий проведения процесса, а также синтез законов управления процессом в режиме имитационного моделирования;
- реализацию режимов непосредственного цифрового управления.

При разработке стенда ставится задача создания средств, которые обеспечивают возможность настройки системы (формирования информационных и управляющих каналов) для исследования объектов с переменной структурой.

Вследствие сложности разработки комплексов автоматизации экспериментов необходимо в максимальной степени упростить задачу студента с одновременным сохранением полезной функциональной направленности (предназначения) разрабатываемой установки. Поэтому задача выбора предметной области является одной из ключевых проблем разработки стенда и искомое решение должно удовлетворять следующим условиям: обладать доступностью и невысокой стоимостью комплектующих; иметь временную ограниченность и умеренные пороги входа, необходимые для функционирования комплекса; адекватно воспроизводить предметную область исследования [2].

При осуществлении эксперимента и реализации планирования пользователь комплекса фактически будет выступать в роли технолога, а при моделировании - выполнять роль сборщика моделей из типовых единиц и интерпретатора результатов расчёта. При этом настройка системы на объект должна производиться в режиме реального времени, на основе заранее сформированной из библиотеки типовых элементов первичной модели исследования.

Технологическим объектом исследования (ТОИ) являются опытные (пилотные) установки многоцелевого назначения, предназначенные для отработки химической технологии [3]. Опытным установкам присущи все основные свойства химических объектов, а именно: нестационарность, многомерность, стохастичность, нелинейность. Специфическими свойствами опытных установок являются небольшие геометрические размеры аппаратов, малые величины входных и выходных реагентов, возможность направленного варьирования параметров (проведение активного эксперимента), а также возможность в случае необходимости изменения конструктивного оформления пилотных установок.

Основным критерием, по которому оценивается качество функционирования ТОИ, является отношение фактического выхода целевого продукта к теоретическому при заданных ограничениях на качество продукта.

В процессе функционирования лабораторный стенд должна обеспечить выполнение следующих функций:

- выполнение эксперимента по заданному регламенту-плану в автоматизированном режиме для каждого процесса;

- диагностику и коррекцию погрешности измерительных каналов;

- накопление и хранение полученной в результате экспериментов информации;

- определение минимального состава средств контроля и измерения для каждого исследуемого процесса;

- построение моделей отдельных стадий и процесса в целом с проверкой их на адекватность;

- синтез и экспериментальную проверку законов управления технологическим процессом, в том числе с использованием адаптивных алгоритмов управления и алгоритмов, основанных на принципах бинарности;

- определение в автоматизированном режиме оптимальных режимов протекания процессов и требуемого аппаратурного оформления.

Обобщенная схема функциональной структуры разрабатываемого комплекса представлена на рисунке. Она должна содержать следующие функциональные подсистемы:

- подсистемы автоматизированного сбора информации и управления ТОИ (СИУ);

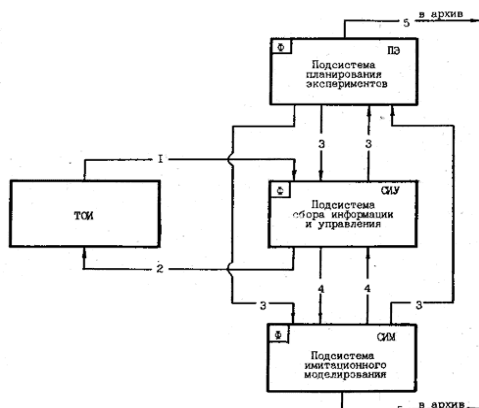
- подсистемы планирования эксперимента (ПЭ);

- подсистемы имитационного моделирования (СИМ).

Подсистема СИУ предназначена для автоматизации процессов сбора информации и управления ТОИ и предусматривает параметрическую настройку системы в режиме реального времени на объект произвольной конфигурации и обладает специальным языковым интерфейсом; система в автономном виде может использоваться в рамках АСУТП, диспетчерских или иных системах аналогичного назначения.

Подсистема ПЭ предназначена для определения очередных точек плана по методу деформируемого многогранника или регрессионной модели и включает в себя оценку достоверности и воспроизводимости результатов экспериментов; подсистема используется для получения статистической модели объекта и оценки ее качественных характеристик.

Подсистема СИМ предназначена для имитационного исследования модельного математического описания объекта, включая определение оптимальных (по задаваемому техническому или экономическому критерию) параметров ТОИ, аппаратурного оформления и законов управления, в том числе с использованием адаптивных алгоритмов и алгоритмов, основанных на принципах бинарности.



Функциональная структура разрабатываемого комплекса

На рисунке введены следующие условные обозначения для описания информационных связей:

1. Исходные статистические данные.
2. Данные регламент-плана.
3. Промежуточные данные.
4. Проектные решения.
5. Проектные документы.

Модульный принцип построения позволит использовать каждую из компонент автономно от других. Средством обмена информацией между подсистемами должны служить структурные элементы общей базы данных. Условие минимальности затрат времени на отработку технологического процесса должно быть обеспечено посредством формализации проведения процесса отработки с широким использованием средств управляющей вычислительной техники.

Поскольку все элементы базы данных являются источником входной и приёмниками выходной информации, а также средством обмена информацией между программными модулями, необходимо обеспечить однозначную и неизменяемую во времени идентификацию всех информационных модулей системы независимо от типа содержащей их памяти.

Организованная таким образом идентификация информационных средств должна гарантировать доступ к любому элементу базы данных. Доступ к элементам базы данных по внутренним идентификаторам должен также обеспечить простоту совместной обработки информационно-связанных элементов базы данных.

Комплекс программных средств требуется проектировать как открытую программную систему, сервисные средства которой позволят использовать ранее накопленные наборы экспериментальных данных, модели и пр., делать из них выборки и модифицировать по своему усмотрению, по-

лучать справки о составах библиотек типовых элементов и файлов архива, о результатах предыдущих натуральных и имитационных экспериментов.

Библиографический список

1. Чернышев О.Л., Чернышев Л.О. Особенности подготовки квалифицированных специалистов в сфере автоматизации и высоких технологий // Актуальные проблемы качества образования в высшей школе: материалы докладов научно-практической конференции / под ред. В.Б. Петропавловской. Тверь: ТвГТУ, 2018. С. 152-157.

2. Системы телекоммуникационных сетей для реализации бизнес-процессов / В.А. Григорьев, В.В. Лебедев, О.Л. Чернышев. Тверь: ТвГТУ, 2016. 122 с.

3. Чернышев О.Л. Автоматизация технологического процесса производства кремнийорганических соединений на базе микроЭВМ: дис. ... канд. техн. наук / Калининский ордена трудового Красного знамени политехнический институт. Калинин, 1990.

Чернышев Леонид Олегович

Тверской государственный
технический университет,
г. Тверь, Россия

Chernyshev L.O.

Tver State Technical
University,
Tver, Russia

Лебедев Владимир Владимирович

Тверской государственный
технический университет,
г. Тверь, Россия

Lebedev V.V.

Tver State Technical
University,
Tver, Russia

Чернышев Олег Леонидович

Тверской государственный
технический университет,
г. Тверь, Россия

Chernyshev O. L.

Tver State Technical
University,
Tver, Russia