

2003. – С. 81. **10.** Борисов В. В. Нечеткие модели и сети [Текст] / В. В. Борисов, В. В. Круглов, В. В. Федюлом. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – С. 284.

Bibliography (transliterated):**1.** Kopytchuk, M. B., Mileyko, I. G. (2011). Modelyuvannya informatsiyno systemic vlastivostey processes realizatsii vimiryuvan zadanoi nadiynosti, News CHDTU, 4, 31-34.**2.** Kopytchuk, M. B., Mileyko, I. G. (2011). Rozrahunkove otsynuyannya characteristics pohibok vimiryuvan, News CHDTU, 4, 36-38.**3.** Mileiko, I. G., Sulima, Y., Kopytchuk, M. B., Drozd, A. V. (2009). On the question of reliability of the results of data processing in the information-measurement systems, Abstracts. Doc. 10, mizhnar. Conf. SIET, 183.**4.** Kopytchuk, M. B., Shendrik, E. V., (2001) Improving Accuracy of the least squares method by introducing a weighting function, Proc. Odes. Politekh Unt, Odessa, 2 (14), 110 - 112.**5.** Kopytchuk, M. B., Shendrik, E. V. (2001). Efficacy method of least squares algorithm with a preliminary study of data transformation, Pratsi UNDIRT, Odessa, 3 (27), 72 - 74.**6.** Kopytchuk, I. N., Kopytchuk, M. B., Tishyn P. M., Mileiko, I. G. (2014). Building approximating fuzzy depending on the parameters for determining the classification of anomalies strain gauge signals, Proc. Odessa. Polytechnic Univ, Odessa, 68 -69.**8.** Afanasyev, T. V., Yarushkina, N. G. (2009). Fuzzy modeling of time series analysis and fuzzy trends TV Afanasyev, Ulyanovsk: UISTU, 299.**9.** Ryzhov, A. P. (2003). Elements of the theory of fuzzy sets and its applications, Moscow, 81.**10.** Borisov, V. V., Kруглов, V. V., Fedulom, V. V. (2007). Fuzzy models and network, M: Hotline - Telecom, 284.

Поступила (received) 28.04.2015

УДК 62-1/-9.007.005.1:62-503.5

И. А. ЛУЦЕНКО, д-р техн. наук, доц., проф., Кременчугский национальный университет им. М. Остроградского

СИНТЕЗ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ

Разработана архитектура управляемой системы с возможностью полномасштабной параметрической оптимизации. Установлено, что это возможно, если функции преобразования и буферизации технологического продукта выполняют разные системы. Синтезирована архитектура системы преобразования на примере технологического процесса нагрева жидкости. Установлено, что системы с непрерывной подачей – выдачей сырьевого продукта являются частным случаем полностью управляемых систем с архитектурой, обеспечивающей возможность оптимального управления.

Ключевые слова: синтез систем, управляемая система, система преобразования, система буферизации, структура системы

Введение. Вопросам оптимизации или оптимального управления посвящено огромное количество публикаций, и число этих публикаций продолжает лавинообразно возрастать. При этом из вида выпускается тот факт, что технология оптимального управления может быть полноценно реализована только в том случае, если для этого имеется вполне определенная системная возможность.

Анализ литературных данных и постановка проблемы. Основным описательным документом для разработчиков управляемых систем является руководство по стандартам управления MRP, ERP и CRM [1].

Анализ содержимого этих документов показывает, что в них нет описания концепции построения структуры оптимальной управляемой системы и определения критерия эффективности. Одной из общих тенденций системотехники, является восприятие системы как самостоятельного объекта, процессы которого подлежат оптимизации [2-4]. Конечно, имея внутренние запасы энергетического продукта или доступ к этим запасам, можно управлять их подачей и, тем самым,

изменять расход, занимаясь минимизацией энергопотребления [5-7]. Но, является ли задача параметрической оптимизации энергопотребления целью управления? Глобальная цель управления – обеспечить максимизацию прибыли в рамках определенного интервала времени. И если система функционирует в режиме, который не соответствует минимуму затрат, а увеличивает их например на 5 % и при этом на 20 % увеличивает годовую прибыль, по отношению к режиму жесткой экономии, то что будет делать руководитель? Снизить на 5 % энергетические затраты и на 20 % годовую прибыль?

Вряд ли практики имеющие возможность нащупать в поисковом режиме путь к получению более высоких доходов будут особенно вдаваться в теорию оптимизации по минимуму затрат. Это означает, что предмет исследования находится не внутри исследуемой системы, а за её пределами. Также это означает, что прежде чем решать вопросы параметрической оптимизации, вначале нужно решить задачу синтеза управляемой системы обеспечивающей возможность оптимизации в принципе. В противном случае попытка локальной оптимизации в рамках отдельной системы может привести к глобальному снижению эффективности в рамках управляемой системы в целом. Аналогичные претензии можно высказать в адрес управления, которое ориентировано на минимальное время системной операции [8]. Хорошо известно, что повышение производительности приводит к повышенному износу дорогостоящего оборудования. В целом, анализ обработанных публикаций показывает, что авторы не воспринимают исследуемую систему как один из множества объектов управляемой системы, между которыми циркулируют сигналы управления и технологические продукты, в том числе и системное оборудование как один из технологических продуктов. Кроме того, модели управляемых систем не используют сопоставимые стоимостные величины в качестве масштабирующих коэффициентов. Исключение составляют неудачные попытки выбора оптимальных управленческих решений методом прямого оценивания добавленной стоимости в рамках определенного интервала времени с опорой на экономические показатели. Как отмечают авторы, «это связано со сложностью определения экономических показателей с достаточной степенью точности и достоверности в короткие промежутки времени работы предприятия (смена, сутки, неделя)» [9].

Действительно, метод прямого оценивания неудобен для использования в реальных системах из-за сложности воспроизводства однотипных операций, значительного влияния внешних факторов, а, главное, из-за длительности процесса оценивания. Незаменим он для определения адекватности критериев эффективности в задачах моделирования [10] и является одним из основных инструментов при оценке достижений в задачах синтеза структур оптимальных систем.

Целью данной работы является разработка концептуально единой архитектуры систем оптимального управления базового уровня, которая обеспечивает достижение стратегической цели управления - максимально быстрого увеличения добавленной стоимости системы на определенном временном интервале, за счет полноценной параметрической оптимизации с учетом стоимостных параметров системных продуктов и износа технологического оборудования.

Задачами, решение которых необходимо для достижения поставленной цели, выбраны: синтез структуры системы преобразования с порционной подачей сырьевых продуктов; создание управляемой системы экстремального управления с

порционной подачей сырьевых продуктов; создание систем прямой оценки эффективности технологического процесса; синтез структуры разделительной системы; оптимизация процессов разделительной системы.

Синтез системы преобразования с порционной подачей сырьевых продуктов. Первым этапом синтеза структуры, которая предусматривает возможность оптимального управления, является разработка базовой архитектуры управляемой системы, в рамках которой обеспечивается управление внутренними процессами с необходимым количеством степеней свободы. Проведенные экспериментальные исследования показали, что такой свободы можно добиться только в том случае, если функции по достижению заданного качества и по режиму выдачи необходимого количества выходного продукта будут разделены между узкоспециализированными системами. Каждая такая система выполняет только одну системную операцию. В данном случае функцию порционного нагрева выполняет система преобразования, а функцию выдачи необходимого объема готового продукта в единицу времени – система буферизации.

Системы с порционной подачей сырьевых продуктов в научной и учебной литературе обычно называют периодическими системами. Однако системы с порционной подачей продуктов более корректное название, поскольку большую часть времени функционирования эти системы находятся в поисковом режиме и время операции при этом, а, следовательно, и период, непрерывно изменяется.

В качестве сопроводительного примера построения управляемой системы с необходимыми степенями свободы рассмотрим управляемую систему нагрева жидкости. Такой выбор обусловлен инерционностью системы нагрева, простотой модели нагрева и возможностью аналитического определения износа механизма электрического нагрева в зависимости от режима управления. Управляемая система нагрева жидкости состоит из систем подачи холодной жидкости, системы подачи энергетического продукта, системы нагрева и системы буферизации нагретой жидкости (рис. 1). После подачи сигнала задания z_{wp} , связанного с потребностью пополнения запасов системы буферизации нагретой жидкости, система нагрева формирует сигнал управления u_w на подачу определённого объема холодной жидкости r_w . Завершение процесса подачи холодной жидкости приводит к формированию сигнала управления u_p , обеспечивающего подачу энергетического продукта r_p с заданной интенсивностью. Это, естественно, приводит к повышению температуры нагреваемой жидкости. При достижении температурой жидкости заданного значения z_T , формируется сигнал управления u_{off} на отключение подачи энергетического продукта, и нагретая жидкость p_w передается в систему буферизации.

Обеспечение потребителя готовой продукцией осуществляется по сигналу потребления z'_w . Соответствующее количество готового продукта в единицу времени p'_w передается потребителю от системы буферизации.

Сама система нагрева работает в циклическом режиме, и не может самостоятельно обеспечить потребителя непрерывным потоком нагретой жидкости. Однако в ней имеется возможность независимого выбора интенсивности нагрева порции жидкости, что позволяет управлять скоростью нагрева (расходом энергетиче-

ского продукта, износом механизма нагрева) и, тем самым, выбирать самый выгодный режим нагрева исходя из высших соображений.

В свою очередь, система буферизации уже нагретой жидкости обеспечивает потребителя готовым продуктом, удовлетворяющим его как качественными, так и количественными показателями. Кроме того, система буферизации имеет возможность независимого регулирования, как уровня страхового запаса, так и верхнего уровня своего буферного механизма. Для синтеза внутренней структуры системы преобразования, отобразим взаимодействие её объектов, которые обеспечивают обработку данных и информационный обмен, в виде сети Петри (рис. 2). С целью упрощения восприятия простые переходы не отображаются.

Каждый элемент СП отображает одну простую операцию.

Проверка работоспособности модели осуществлялась в программном конструкторе EFFLI [11]. Для каждого элемента сети Петри были созданы необходимые механизмы, а также системы, без наличия которых функционирование синтезированной системы преобразования невозможно.

Интерфейсная модель системы в виде объектов EFFLI. Представление модели управляемой системы в виде объектов EFFLI с именованными входами и выходами, дает возможность построить интерфейсную модель (схему) управляе



Рис. 1 – Управляемая система нагрева жидкости с возможностью оптимизации целевых операций



Рис. 2 – Управляемая система нагрева жидкости с детализацией синтезируемой системы нагрева: 1 - запуск системы; 2-мультиплексор; 3 - механизм синхронизации подачи данных; 4 - объект формирования-подачи задающего сигнала относительно объема холодной жидкости; 5 - механизм регистрации момента завершения подачи холодной жидкости; 6 - механизм синхронизации подачи данных; 7 - объект формирования-подачи задающего сигнала относительно интенсивности энергетического продукта; 8- механизм определения текущего значения температуры нагреваемой жидкости; 9 - компаратор; 10 - механизм подачи эталонного значения температуры нагрева; 11 - механизм регистрации момента завершения подачи нагретой жидкости

мой системы (рис. 3). Объект среды EFFLI (система, подсистема, механизм) имеет объектно-ориентированную структуру.

Принцип объектно-ориентированного подхода состоит в том, что каждый объект «знает» как ему выполнять свою специальную функцию с использованием специализированного механизма. Все необходимые информационные продукты специализированный механизм извлекает из входных секций порта, обрабатывает их и передает в выходную секцию или выходные секции порта.

Таким образом, каждая стрелка интерфейсной модели это, по сути, объект, обеспечивающий функции приема, перемещения и выдачи информационного продукта. Каждая секция порта выполняет функции приема, буферизации и выдачи информационного продукта. Порядок обслуживания объектов EFFLI операционной системой задается в программных настройках.

Выводы. Синтезирована внутренняя структура системы преобразования с порционной подачей одного технологического продукта.

Разработанная архитектура управляемой системы с максимально возможным количеством степеней свободы.

Установлено, что система преобразования с порционной подачей – выдачей сырьевых продуктов в комплексе с системой буферизации технологического продукта, обеспечивает возможность независимого изменения подачи энергетического продукта при независимой установке в системе буферизации страхового запаса и верхнего уровня запасов. При этом обеспечивается возможность передачи готового продукта с заданными потребительскими качествами и в необходимом количестве системе потребления.

Экспериментально установлено, что системы с непрерывной подачей – выдачей сырьевого продукта являются частным случаем полностью управляемых систем с архитектурой обеспечивающей возможность оптимального управления.

Список литературы: 1. *Gavrilov, D. A.* Upravlenie proizvodstvom na baze standarta MRP [Text] / D. A. Gavrilov. – Izdatelskiy dom «Piter», 2002. – 320 p. 2. *Kirk, E.* Optimal Control Theory: An Introduction (Dover Books on Electrical Engineering) [Text] / E. Kirk. – Dover Publications. – 2004. – 464 p. 3. *Athans, M.* Optimal Control: An Introduction to the Theory and Its Applications [Text] / M. Athans, L. Falb. – Dover Publications, 2006. – 879 p. 4. *Zhang, S.* Optimal Control Strategy Design Based on Dynamic Programming for a Dual-Motor Coupling-Propulsion System [Text] / S. Zhang, C. Zhang, G. Han, Q. Wang // The Scientific World Journal. – 2014. – Vol. 2014. – P. 1–9. doi: 10.1155/2014/958239 5. *Pierre, A.* Optimization Theory with Applications [Text] / A. Pierre. – Donald Courier Dover Publications. 1986. – 612 p. 6. *Everett, E.* Operations Change Interactions in a Service Environment: Attitudes, Behaviors, and Profitability [Text] / E. Everett // Journal of Operations Management. – 1981. – Vol. 2, Issue 1. – P.63-76. doi: 10.1016/0272-6963(81)90036-x 7. *Frederic, D.* Systems modeling: analysis and operations research [Text]

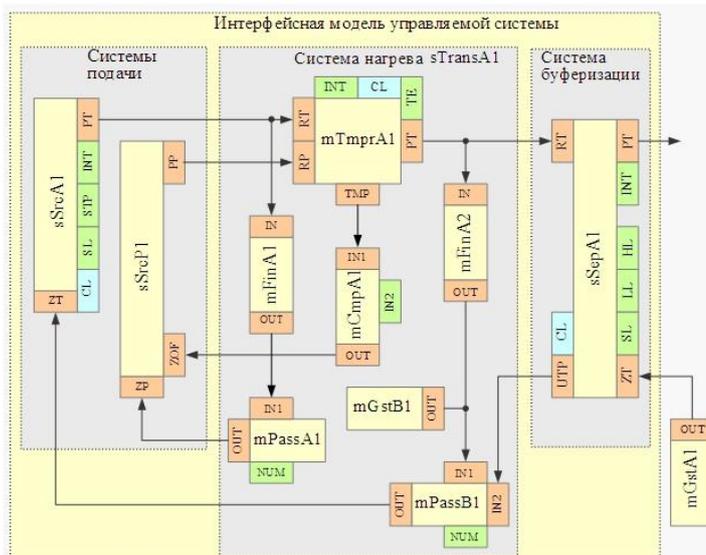


Рис. 3 – Интерфейсная модель управляемой системы нагрева

/ D. Frederic // Modeling and Simulation Fundamentals: Published Online. – 2010. – Vol. 6. – P. 147–180. doi: 10.1002/9780470590621.ch6 **8. Crassidis, L.** Optimal Estimation of Dynamic Systems [Text] / L. J. Crassidis, L. J. Junkins. – E-book Google, 2004. – 608 p. **9. Kagramanyan, S. L.** Modelirovanie i upravlenie gornorudnyimi predpriyatiyami [Text] / S. L. Kagramanyan, A. S. Davidkovich, V. A. Malyishev, O. Burenzhargal, Sh. Otgonbileg. – Nedra, 1989. – 360 p. **10. Lutsenko, I. A.** A practical approach to selecting optimal control criteria [Text] / I. A. Lutsenko // Technology audit and production reserves. – 2014. – Vol. 2/1(16). – P. 32–35. Available at: <http://journals.uran.ua/tarp/article/view/23432/20906>. **11. Lutsenko, I. A.** Samples [Electronic resource] / I. A. Lutsenko. – Krivoy Rog, 2014. – Available at: <http://uk.effli.info/index.php/systems-engineering-samples>

Bibliography (transliterated): **1. Gavrilov, D. A.** (2002). Upravlenie proizvodstvom na baze standarta MRP. Izdatelskiy dom «Piter», 320. **2. Kirk, E.** (2004). Optimal Control Theory: An Introduction (Dover Books on Electrical Engineering). Dover Publications, 480. **3. Athans, M., Falb, L.** (2006). Optimal Control: An Introduction to the Theory and Its Applications. Dover Publications, 879. **4. Zhang, S., Zhang, C., Han, G., Wang Q.** (2014). Optimal Control Strategy Design Based on Dynamic Programming for a Dual-Motor Coupling-Propulsion System. The Scientific World Journal, 2014, 1–9. doi: 10.1155/2014/958239 **5. Pierre, A.** (1986). Optimization Theory with Applications. Donald Courier Dover Publications, 612. **6. Everett, E.** (1981). Operations Change Interactions in a Service Environment: Attitudes, Behaviors, and Profitability. Journal of Operations Management, 2 (1), 63–76. doi: 10.1016/0272-6963(81)90036-x **7. Frederic, D.** (2010). Systems modeling: analysis and operations research. Modeling and Simulation Fundamentals: Published Online, 6, 147–180. doi: 10.1002/9780470590621.ch6 **8. Crassidis, L., Crassidis, L., Junkins, L.** (2004) Optimal Estimation of Dynamic Systems. E-book Google, 608. **9. Kagramanyan, S. L., Davidkovich, A. S., Malyishev, V. A., Burenzhargal, O., Otgonbileg Sh.** (1989). Modelirovanie i upravlenie gornorudnyimi predpriyatiyami. Nedra, 360. **10. Lutsenko, I. A.** (2014). A practical approach to selecting optimal control criteria. Technology audit and production reserves, 2/1(16), 32–35. Available at: <http://journals.uran.ua/tarp/article/view/23432/20906> **11. Lutsenko, I. A.** (2014) Samples. Krivoy Rog Available at: <http://uk.effli.info/index.php/systems-engineering-samples>

Надійшла (received) 21.04.2015

УДК 620.179

Т. В. НІМЧЕНКО, канд. техн. наук, доц., Інститут інформаційно-діагностичних систем, НАУ, Київ

ЗАСТОСУВАННЯ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ ЯК ОДНОГО З ЗАСОБІВ ТЕХНІЧНОГО ЗАХИСТУ

Розглянуто використання методу акустичної емісії в системах технічного захисту інформації. Розглянуто структуру акустичних сповіщувачів руйнування скла. Представлено структуру блоку реєстрації та обробки сигналів акустичної емісії під час руйнування скла. Наведено схему підсилювального тракту сигналів акустичної емісії та схему амплітудного детектора. Запропоновані апаратні засоби дозволяють реєструвати сигнал акустичної емісії з високою чутливістю.

Ключові слова: акустична емісія, охоронні системи, технічний захист, підсилювач, сигнал, руйнування, сповіщувачі

Вступ. Метод акустичної емісії (АЕ) набув широкого значення та застосовується у різних галузях до яких належить і технічний захист інформації. АЕ – це випромінювання пружних хвиль при деформуванні мікроструктурних елементів під зовнішнім силовим навантаженням, що містять в собі інформацію про кінетику фізичних процесів при терті, деформуванні та руйнуванні матеріалів.

Спочатку АЕ використовували для визначення моменту початку росту тріщин у зразках з надрізом, особливо при повільному зростанні тріщин, коли відхилення від лінійної залежності навантаження-переміщення може бути викликано або зростанням тріщини, або пластичним перебігом матеріалу у кінчика тріщини [9, 10].

© Т. В. НІМЧЕНКО, 2015