

дій: Монографія [Текст] / Ю. О. Давідіч. – Харків: ХНАДУ, 2006. – 292 с.

14. Галушко, В. Г. Вероятностно-статистические методы на автотранспорте [Текст] / В. Г. Галушко. – Киев: Вища школа, 1976. – 232 с.

15. Френкель, А. А. Многофакторные корреляционные модели производительности труда [Текст] / А. А. Френкель. – М.: Экономика, 1966. – 96 с.

16. Митропольский, А. К. Техника статистических вычислений [Текст] / А. К. Митропольский. – М.: Наука, 1971. – 576 с.

17. Гутер, Р. С. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта [Текст] / Р. С. Гутер, Б. В. Овчинский. – М.: Наука, 1970. – 432 с.

18. Дрейнер, Н. Прикладной регрессионный анализ [Текст] / Н. Дрейнер, Г. Смит. – М.: Статистика, 1973. – 392 с.

19. Завадский, Ю. В. Планирование эксперимента в задачах автомобильного транспорта [Текст] / Ю. В. Завадский. – М.: МАДИ, 1978. – 156 с.

References

1. Mukovnina, N. A. (2008). Organization commuter traffic, taking into account the size and structure of passenger traffic. Samara: SamGUPS, 174.

2. Novosyolova, I. S. (2008). Improving governance passenger transportation in suburban. Moscow: Mosk. state. Univ routes messages. (МИТ), the Ministry of Railways of the Russian Federation, 158.

3. Vorobyova, I. B. (2006). Logistics approach to transport passengers in the city. Transport of the Russian Federation, 7, 38–40.

4. Dolya, V. K. (2011). Pasazhyrs'ki perevezennya. Kharkiv, Vydavnytstvo "Fort", 504.

5. Kristopchuk, M. J. (2009). Efektivnist pasazhirskoi transportnoi Sistemi primiskogo spoluchennya. Kharkiv, 214.

6. Yanovsky, P. O. (2008). Pasazhyrs'ki perevezennya. Kiev, NAU, 469.

7. Fundamentals of suburban passenger traffic. Available at: <http://scbist.com/wiki/9011-osnovy-organizacii-prigorodnogo-passazhirskogo-dvizheniya.html>

8. Permovsky, A. A. (2011). Passazhyrskoye oftransportation. Nizhny Novgorod, 164.

9. Hickman, M. D., Bernstein, D. H. (1997). Transit Service and Path Choice Models in Stochastic and Time-Dependent Networks. Transportation Science, 31 (2), 129–146. doi: 10.1287/trsc.31.2.129

10. Schmocker, J. D., Bell, M. G. H., Kurauchi, F. (2008). A quasi-dynamic capacity constrained frequency-based transit assignment model. Transportation Research Part B: Methodological, 42 (10), 925–945. doi: 10.1016/j.trb.2008.02.001

11. Nuzzolo, A. (2001). Schedule-based path choice models for public transport networks. Proceedings of Advanced Course on Transit Networks, Rome, 15.

12. Nuzzolo, A., Russo, F., Crisalli, U. (2001). A Doubly Dynamic Schedule-based Assignment Model for Transit Networks. Transportation Science, 35 (3), 268–285. doi: 10.1287/trsc.35.3.268.10149

13. Davidich, Y. O. (2006). Proektuvannya of motor tehnologichnih protsesiv s urahuvanniam psihofiziologii vodiiv: Monografiya. Kharkiv: HNADU, 292.

14. Halushko, V. G. (1976). Probabilistic and statistical methods by car. Kiev, 232.

15. Frenkel, A. A. (1966). Multifactor productivity correlation model. Moscow: Economics, 96.

16. Mitropolsky, A. K. (1971). Appliances statistical calculations. Moscow: Nauka, 576.

17. Guter, R. S., Ovchinsky, B. V. (1970). Elements of numerical analysis and mathematical processing of experimental results. Moscow: Nauka, 432.

18. Draper, H., Smith, G. (1973). Applied regression analysis. Moscow: Statistics, 392.

19. Zawadzki, J. V. (1978). Design of experiments in the problems of road transport. Moscow: MADI, 156.

Дата надходження рукопису 24.04.2015

Григорова Тетяна Михайлівна, кандидат технічних наук, докторант, кафедра транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, вул. Революції, 12, м. Харків, Україна, 61002

E-mail: tagrigorova@yandex.ru

Давідіч Юрій Олександрович, доктор технічних наук, професор, кафедра транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, вул. Революції, 12, м. Харків, Україна, 61005

E-mail: kafedra_tsl@ukr.net

Доля Віктор Костянтинович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедрою, кафедра транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, вул. Революції, 12, м. Харків, Україна, 61005

УДК 62-1/-9.007.005.1:62-503.5

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.42369

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДСИСТЕМЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

© И. А. Луценко

Предложена архитектура технологической подсистемы, особенностью которой является наличие максимального количества степеней свободы. Это обеспечивает возможность независимого изменения всех значимых параметров технологического процесса. Встроенные возможности оценки экономических параметров технологической операции решают задачу оптимизации технологического процесса по критерию эффективности использования ресурсов

Ключевые слова: технологическая подсистема, структура оптимальной технологической подсистемы, оптимизация технологического процесса

Architecture of technological subsystem, which feature is the presence of the maximum number of degrees of freedom is proposed. This allows independent changes of all important parameters of technological process. Integrated possibilities to assess the economic parameters of technological operations solve the problem of optimizing the technological process for resource efficiency criterion

Keywords: *technological subsystem, structure of optimal technological subsystem, optimization of technological process*

1. Введение

В [1] была разработана базовая структура системы преобразования с **порционной** подачей продуктов sTransA на примере системы нагрева жидкости. В чём особенность этой структуры?

Для практической реализации принципов оптимального управления базовая структура системы преобразования должна быть дополнена необходимыми структурами, которые обеспечивают выдачу информационных сигналов о величине полученного целевого продукта и значении критерия оптимизации для проведенной технологической операции (ТО).

Понятие «оптимальный» (наилучший), очень часто, и это мягко сказано, трактуется исследователями достаточно произвольно. Кто-то считает что наилучшее управление, это управление по минимуму затрат, другие считают наилучшим управление с максимальной скоростью перемещения управляемого объекта, очень многие минимизируют энергопотребление и т. д.

В действительности у этого понятия нет «степеней свободы». Оптимальным является управление, при котором обеспечивается генерирование максимальной добавленной стоимости, что приводит к максимуму прибыли предприятия в целом, если оптимизация, по критерию эффективности, охватывает все системы такого предприятия.

Данная работа направлена на разработку кибернетической структуры технологической подсистемы, которая способна обеспечить такую оптимизацию.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Принцип определения базовых показателей технологического процесса (ТП) по результатам контроля его параметров, с целью попытки реализации принципов оптимального управления, использовался всегда, а в специальной литературе активно начал обсуждаться со середины 19 века. Однако, неадекватная модель технологической подсистемы преобразования (ТПП) (без учета процесса износа) приводила к ложным выводам. Такое, например, высказывание, является достаточно типичным и до сих пор не потеряло «актуальности»: «Следовательно, работу цепи аппаратов обогащения можно оптимизировать без непосредственного учета экономических показателей. Достаточно обеспечить максимальный выпуск концентрата с учетом ограничений, действующих в объекте, что обеспечит максимальную прибыль» [2].

Такой подход в советских научных школах, да и не только, привёл к развитию целых направлений, где вопросы оценки технологических процессов сводились к оценке скорости (производительности) ТПП [3, 4]. Соответственно, это нашло отражение в моде-

ли технологической подсистемы, режимы которой прямо не связаны с экономическими показателями.

Развитие вычислительной техники привело к появлению ряда публикаций, где задача оптимизации формулировалась как процесс определения минимума затрат [5]. Но затраты можно определить как по отдельному технологическому процессу, так и по отношению к более крупным структурам предприятия, что кажется проще. Как видно из описания стандарта MRP II, усилия стандартизации больше направлены, скорее на структуру предприятия в целом, чем на системы [6] из которых оно состоит.

Неудачи в попытках использования управления по минимуму затрат привели к тому, что модели ТПП, как правило, разрабатываются с опорой на физико-химические аспекты функционирования процессов [7].

Немаловажным фактором, мешающим набирать статистику данных для принятия управленческих решений непосредственно в рамках ТПП, являются погрешности измерений количественных параметров продуктов преобразования. Это веская причина использовать критерий оптимизации, поскольку использование прямых методов определения оптимума требует на порядки большего количества экспериментов с учетом необходимости обработки «облака» измерений [8].

Проблемы, связанные с отсутствием кибернетической структуры ТПП, приводят к попыткам создания генетических алгоритмов [9]. Ожидается, что такой алгоритм сам, в процессе эволюции, генерирует оптимальную структуру ТПП.

Целью данной работы является разработка архитектуры ТПП, которая обеспечивает не только формирование выходного потребительского продукта, но и формирования информационных продуктов отображающих абсолютный и относительный показатели степени достижения цели управления.

Задачами, решая которые необходимо для достижения поставленной цели, выбраны: формирование базовых подсистем системы преобразования; создание механизмов надстройки подсистемы управления, позволяющей тестировать возможности технологической подсистемы преобразования продуктов и вводимых механизмов; формирование ТПП, обеспечивающей возможности экстремального (оптимального) управления.

3. Формирование базовых подсистем системы преобразования

Синтез базовой внутренней структуры системы преобразования [1] позволяет перейти к формированию подсистем этой системы. В существующих научных и инженерных работах связанных с исследованием внутренней структуры кибернетической

системы отсутствует описание приемлемой концепции отнесения того или иного объекта системы к её подсистемам.

Опыт практического укрупнения внутренних объектов исследуемых систем показывает, что наиболее естественным является укрупнение внутренних объектов системы по принципу интенсивности взаимодействия этих объектов между собой. То есть, структуры, между которыми осуществляется интенсивный обмен данными, не должны находиться в разных подсистемах.

Это вполне естественно, поскольку опыт показывает, что сотрудников, интенсивно взаимодействующих между собой по рабочим моментам, эффективней размещать в одном кабинете.

В сформированной системе [1] синтезированные механизмы обеспечивают функционирование технологического процесса (ТП) и процесса управления. Это означает, что в рамках системы преобразования необходимо сформировать две подсистемы: технологическую подсистему и подсистему управления.

Исходя из объектно-ориентированного принципа, механизм mTmprA1 и механизмы, которые непрерывно контролируют параметры технологического процесса (mFinA1, mCmpA1, mFinA2), должны быть отнесены к технологической подсистеме. Все остальные – к подсистеме управления.

В таком случае за один цикл функционирования системы по каналам RTF-RTF, RED-RED и PTF-PTF (рис. 1) передается по одному единичному импульсному сигналу.

Сигнал, который передается по каналу RTF-RTF, сообщает подсистеме управления о завершении поступления сырья продукта в механизм буферизации объекта mTmprA1.

Сигнал, который передается по каналу RED-RED, сигнализирует подсистеме управления о том, что качество продукта преобразования достигло установленного значения.

И, наконец, сигнал, передаваемый по каналу PTF-PTF, сигнализирует о том, что готовый продукт передан в систему буферизации.

Объединив механизмы mTmprA1, mFinA1, mCmpA1 и mFinA2 в технологическую подсистему sbTechA1, а механизмы mPassA1, mPassB1 и mGstB1 в подсистему управления sbQualA1, получим возможность представить систему нагрева в виде двух подсистем – технологической подсистемы и подсистемы управления (рис. 2). Поскольку блок управления не является целостным объектом, термин **система управления**, по-видимому, является некорректным. Использование его может быть оправдано только исторически сложившейся практикой.

Архитектура базовой системы sTransA имеет большие возможности по отношению к возможности установки различных управлений. Так, мы можем управлять интенсивностью подачи энергетического продукта, можем изменять объем подачи сырьевого продукта (холодной жидкости). При этом качество выходного продукта будет неизменным, в рамках определенного диапазона управлений.

Но, реализовать потенциал системы по отношению к формированию целевого продукта не получится, если нет возможности контролировать время ТО, количественные параметры входных и выходных продуктов ТО, интегрировать их, приводить к сопоставимым стоимостным величинам и использовать эту информацию для формирования критерия оптимального управления.

Развитые управляемые системы должны не только формировать потребительский продукт, с требуемыми качественными и количественными параметрами, но и обеспечивать максимизацию целевого продукта (добавленной стоимости в экономических системах или добавленной ценности в кибернетических системах).

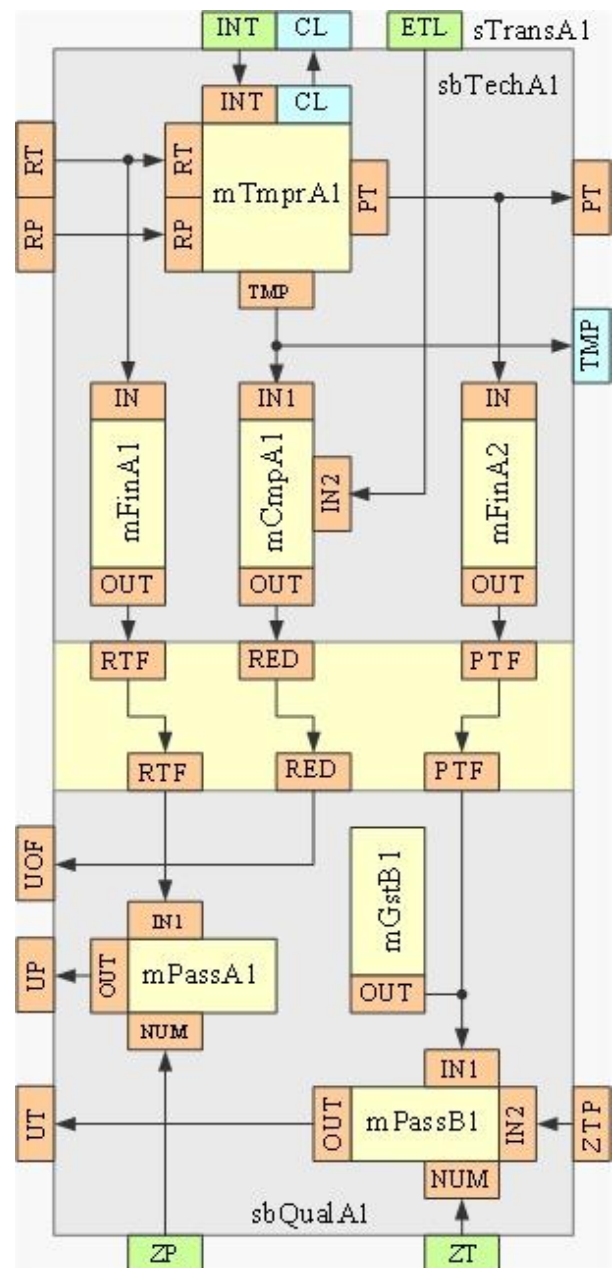


Рис. 1. Результат укрупнения внутренней структуры исследуемой системы по объектно-ориентированному принципу

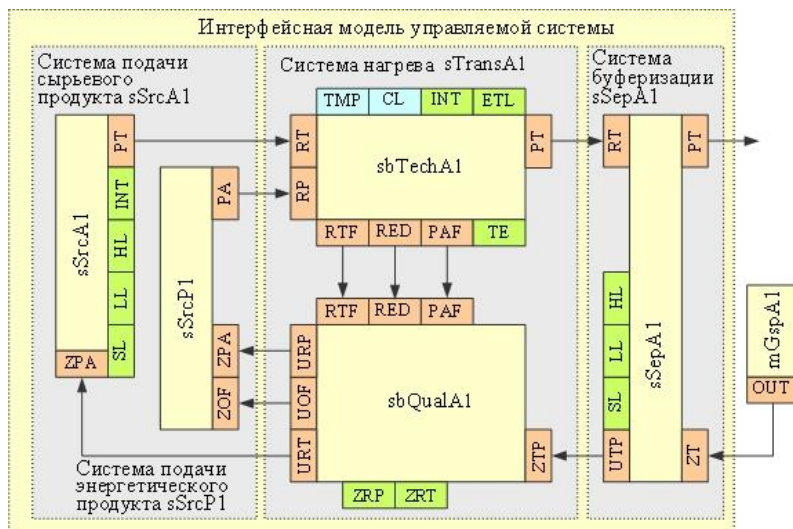


Рис. 2. Интерфейсная модель управляемой системы, система преобразования которой представлена в виде подсистемы нагрева жидкости и подсистемы управления

4. Выводы

В данной части работы, разработанная ранее структура базовой системы преобразования была разделена на две подсистемы: базовую технологическую подсистему и подсистему управления. Распределение объектов осуществлялось по объектно-ориентированному принципу.

Исследования энергопотребления технологических операций от управления показало необходимость доработки внутренней структуры технологической подсистемы. Принципиально важным является наличие учета износа технологического оборудования, поскольку без этого часто невозможно в принципе определить экстремум потерь или определить его достоверно в остальных случаях.

Выходным продуктом технологической подсистемы, кроме потребительского продукта, всегда имеется целевой продукт (добавленная стоимость), технологическая подсистема должна иметь возможность выдавать информацию о величине этого продукта и значении критерия эффективности. Без этой информации невозможно обеспечить реализацию оптимального управления.

Максимально количество степеней свободы в совокупности с возможностью оценки технологических операций открывает практическую возможность реализации новых, ранее не доступных по эффективности технологий в сфере производства.

Литература

1. Lutsenko, I. Systems engineering of optimal control I. Synthesis of the structure of the technological product conversion system (Part 1) [Text] / I. Lutsenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2014. – Vol. 6, Issue 2 (72). – P. 28–37. doi: 10.15587/1729-4061.2014.28724
2. Goncharov, Yu. G. Avtomaticheskii kontrol i regulirovanie tehnologicheskikh protsessov na zhelezorudnykh obogatitelnykh fabrikah [Text] / Yu. G. Goncharov, A. S. Davidko-

vich, B. E. Geyzenblazen, G. V. Gulenko. – Nedra, 1968. – 227 p.

3. Kagramanyan, S. L. Modelirovanie i upravlenie gomorudnyimi predpriyatiyami [Text] / S. L. Kagramanyan, A. S. Davidkovich, V. A. Malyishev, O. Burenzhargal, Sh. Otgonbileg. – Nedra, 1989. – 360 p.

4. Churakov, E. P. Optimalnyie i adaptivnyie sistemyi [Text] / E. P. Churakov. – Energoatomizdat, 1987. – 256 p.

5. Lee, T. H. Computer process control: modeling and optimization [Text] / T. H. Lee, G. E. Adams, W. M. Gaines. – Wiley, 1968. – 386 p.

6. Gavrilo, D. A. Upravlenie proizvodstvom na baze standart MRP [Text] / D. A. Gavrilo. – Izdatelskiy dom «Piter», 2002. – 320 p.

7. Dzyuzer, V. Ya. Mathematical Support for the CAD Technological Subsystem of a Glass-Melting Furnace [Text] / V. Ya. Dzyuzer, V. S. Shvydkii, V. B. Kut'in // Glass and Ceramics. – 2004. – Vol. 61, Issue 7-8. – P. 211–216. doi: 10.1023/B:GLAC.0000048348.97136.6c

8. Repin, A. I. Diagnostics of the information subsystem of an automatic process control system using artificial intelligence technologies [Text] / A. I. Repin, V. R. Sabanin, N. I. Smirnov, S. N. Andreev // Thermal Engineering. – 2006. – Vol. 53, Issue 6. – P. 476–482. doi: 10.1134/S0040601506060152

9. Bezhtskiy, S. S. Vyibor optimalnoy strukturyi apparatno-programmnogo kompleksa sistemyi upravleniya dvizheniem avtomobilnogo transporta [Text] / S. S. Bezhtskiy // Vestnik universitetskogo kompleksa. – 2005. – Vol. 6, Issue 20. – P. 168–173.

References

1. Lutsenko, I. (2014). Systems engineering of optimal control I. Synthesis of the structure of the technological product conversion system (part 1). Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6/2 (72), 28–37. doi: 10.15587/1729-4061.2014.28724
2. Goncharov, Yu. G., Davidkovich, A. S., Geyzenblazen, B. E., Gulenko, G. V. (1968). Avtomaticheskii kontrol i regulirovanie tehnologicheskikh protsessov na zhelezorudnykh obogatitelnykh fabrikah, Nedra, 227.
3. Kagramanyan, S. L., Davidkovich, A. S., Malyishev, V. A., Burenzhargal, O., Otgonbileg, Sh. (1989). Modelirovanie i upravlenie gomorudnyimi predpriyatiyami. Nedra, 360.
4. Churakov, E. P. (1987). Optimalnyie i adaptivnyie sistemyi. Energoatomizdat, 256.
5. Lee, T. H., Adams, G. E., Gaines, W. M. (1968) Computer process control: modeling and optimization. Wiley, 386.
6. Gavrilo, D. A. (2002). Upravlenie proizvodstvom na baze standart MRP. Izdatelskiy dom «Piter», 320.
7. Dzyuzer, V. Ya., Shvydkii, V. S., Kut'in, V. B. (2004). Mathematical Support for the CAD Technological Subsystem of a Glass-Melting Furnace. Glass and Ceramics, 61 (7-8), 211–216. doi: 10.1023/B:GLAC.0000048348.97136.6c
8. Repin, A. I., Sabanin, V. R., Smirnov, N. I., Andreev, S. N. (2006). Diagnostics of the information subsystem of an automatic process control system using artificial intelligence technologies. Thermal Engineering, 53 (6), 476–482. doi: 10.1134/S0040601506060152

Дата надходження рукопису 23.04.2015

Луценко Игорь Анатольевич, доктор технических наук, доцент, профессор, кафедра электронных аппаратов, Кременчугский национальный университет им. М. Остроградского, ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, Украина, 39600
E-mail: delo-do@i.ua