
КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 519.8
DOI: 10.17586/0021-3454-2019-62-6-585-588

ДИНАМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПЛАНИРОВАНИЮ МОДЕРНИЗАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ОБЪЕКТАМИ

В. В. ЗАХАРОВ, В. А. УШАКОВ

*Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук,
199178, Санкт-Петербург, Россия
E-mail: valeriov@yandex.ru*

Предложен подход, позволяющий с позиций единого полимодельного логико-динамического описания одновременно решить проблемы синтеза технологии, а также модернизации и функционирования автоматизированных систем управления производственными объектами. Содержательно описано разработанное модельное алгоритмическое обеспечение, предназначенное для решения указанных задач.

Ключевые слова: комплексное планирование, киберфизические системы, промышленный интернет вещей, обслуживание, логико-динамические модели

В настоящее время создание и развитие сложных организационно-технических объектов, к которым относятся и производственные объекты (ПрО), представляет собой многоуровневый многоэтапный управленческий процесс, характеризующийся значительными капиталовложениями, длительным сроком внедрения и реализации, а также существенной неопределённостью, связанной с возможными изменениями как целей проектирования и применения, так и воздействий различного рода возмущений внешней среды на ПрО и соответствующую автоматизированную систему управления (АСУ) им на различных этапах жизненного цикла, имеющих как объективный, так и субъективный характер. Важнейшим для развития ПрО является этап модернизации, на котором производится эволюционная замена морально и физически устаревших аппаратно-программных средств. При этом переход от „старого“ (существующего) варианта ПрО и его АСУ к „новому“ (модернизированному) не может быть выполнен мгновенно. Это на практике приводит к тому, что на достаточно длительном интервале времени (периоде модернизации АСУ ПрО) происходит совместная эксплуатация элементов и подсистем „старой“ и „новой“ АСУ ПрО. Однако в этих условиях показатели качества и эффективности целевых процессов, определяемых предназначением ПрО и поддерживаемых (оптимизируемых) АСУ ПрО, не должны ухудшаться.

Таким образом, всякое изменение и развитие той или иной подсистемы (структуры) АСУ ПрО объективно осуществляется одновременно с решением оперативных задач, стоящих перед соответствующей ПрО. Поэтому возникает необходимость совместной постановки и решения следующих задач комплексного планирования и управления модернизации и функционирования АСУ ПрО. Необходимо сформировать конечный облик соответствующих модернизируемых АСУ ПрО (выполнить структурно-функциональный синтез), определить

сроки, к которым должна завершиться указанная модернизация, определить технологии модернизации АСУ ПрО (в рамках которой на каком-то интервале времени будут одновременно функционировать элементы и подсистемы „старой“ и „новой“ АСУ ПрО, чтобы обеспечить устойчивость функционирования соответствующих целевых (бизнес) процессов), определить программу перехода от „старой“ и „новой“ АСУ ПрО, сформировать программы перепланирования либо коррекции исходной программы модернизации АСУ ПрО, если появятся непредусмотренные возмущающие воздействия [3, 4].

Проведена формальная постановка задачи планирования модернизации и функционирования АСУ ПрО, которая благодаря предложенной логико-динамической интерпретации сведена к задаче однокритериальной оптимизации программного управления сложной динамической системой на иерархической аналитико-имитационной модели большой размерности [3]. Предложена неформальная декомпозиция данной задачи, основанная на построении совокупности аналитических моделей, отражающих различные стороны функционирования АСУ ПрО и имеющих приемлемую размерность, а также последующем итерационном согласовании указанных аналитических моделей по принципу Парето и проведения имитационных экспериментов с получаемыми паретовскими альтернативами (в качестве которых выбраны программы модернизации и функционирования подсистем АСУ ПрО) с целью поиска такой альтернативы (скоординированной программы управления АСУ ПрО), которая обеспечивает экстремум исходного показателя эффективности системы. В ходе проведенных исследований также предложены оригинальные алгоритмы параметрической адаптации моделей планирования модернизации и оценивания возможностей АСУ ПрО. В качестве параметров адаптации выбраны компоненты вектора сопряженной системы уравнений [3].

Для постановки задачи использована гипотеза о том, что экстремум по исходному (глобальному внешнему) показателю эффективности (ПЭ) достигается в одной из точек множества Парето, определяемых при оптимизации по частным ПЭ, выявленным в результате неформальной декомпозиции. В частности, эта гипотеза выполняется во всех случаях, когда имеет место такая монотонная зависимость, при которой значения внешнего ПЭ не убывают, если не убывают значения частных ПЭ. Свойство монотонности в случае задания всех функций в аналитическом виде может быть установлено (применительно к каждой конкретной предметной области) в результате исследования. Однако во многих случаях на практике внешний ПЭ не может быть представлен через частные ПЭ в аналитическом виде и его значения могут быть определены лишь посредством имитационных экспериментов. В этих случаях монотонность может быть установлена на основе определенных „физических свойств“ моделируемой системы.

Следует отметить, что в современных условиях назрела острая необходимость разработки методологических и методических основ теории проактивного управления развитием АСУ ПрО. К числу главных научных проблем, которые приходится преодолевать в этом случае, относятся большая размерность, нестационарность и факторы нелинейности используемых моделей, необходимость учета многокритериальности при синтезе облика АСУ ПрО и неопределенности сценариев возмущающих воздействий со стороны внешней среды, особенности организации межмодельного согласования при анализе и синтезе структур АСУ. В статье предложен возможный подход к преодолению перечисленных проблем, основанный на оригинальном динамическом декомпозиционно-агрегативном описании рассматриваемой предметной области.

Исследования, выполненные по данной тематике, проводились в рамках госбюджетной темы 0073-2019-0004.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tetsuo Tomiyama, Florian Moyon. Resilient architecture for cyber-physical production systems // *CIRP Annals — Manufacturing Technology*. 2018. P. 161—164.
2. Mrugalska B., Zasada B., Wyrwicka M. K. Preventive Approach to Machinery and Equipment Maintenance in Manufacturing Companies // *Advances in manufacturing, Production Management and Process Control*. 2019. Vol. 793. P. 540—548.
3. Охтилев М. Ю., Соколов Б. В., Юсупов Р. М. Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных технических объектов. М.: Наука, 2006. 410 с.
4. Потрясаев С. А. Математическое и программное обеспечение синтеза технологий и планов работы киберфизических систем // *Изв. вузов. Приборостроение*. 2018. Т. 61, № 11. С. 939—946.
5. Correa F. R. Cyber-physical systems for construction industry // *2018 IEEE Industrial Cyber-Physical Systems (ICPS)*. St. Petersburg, 2018. P. 392—397.

Сведения об авторах

- Валерий Вячеславович Захаров** — СПИИРАН, лаборатория информационных технологий в системном анализе и моделировании; младший научный сотрудник;
E-mail: valeriov@yandex.ru
- Виталий Анатольевич Ушаков** — аспирант; СПИИРАН, лаборатория информационных технологий в системном анализе и моделировании; E-mail: mr.vitaly.ushakov@yandex.ru

Поступила в редакцию
13.05.19 г.

Ссылка для цитирования: Захаров В. В., Ушаков В. А. Динамический подход к планированию модернизации автоматизированных систем управления производственными объектами // *Изв. вузов. Приборостроение*. 2019. Т. 62, № 6. С. 585—588.

**DYNAMIC APPROACH TO PLANNING THE MODERNIZATION
OF AUTOMATED CONTROL SYSTEMS OF PRODUCTION FACILITIES**

V. V. Zakharov, V. A. Ushakov

*St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of the RAS,
199178, St. Petersburg, Russia
E-mail: valeriov@yandex.ru*

An approach to the problems of technology synthesis is proposed. The approach allows, from the standpoint of a single multi-model logical-dynamic description, to solve the technology synthesis problems simultaneously with the problems of planning modernization and operation of automated system of production objects control. A comprehensive description of model algorithms developed for solving these problems, is presented.

Keywords: complex planning, cyber-physical systems, industrial Internet of things, maintenance, logical-dynamic models

REFERENCES

1. Tetsuo Tomiyama, Florioan Moyon. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 2018, pp. 161–164.
2. Mrugalska B., Zasada B., Wyrwicka M. K. *Advances in manufacturing, Production Management and Process Control*, 2019, vol. 793, pp. 540–548.
3. Okhtilev M.Yu., Sokolov B.V., Yusupov R.M. *Intellektual'nyye tekhnologii monitoringa i upravleniya strukturnoy dinamikoy slozhnykh tekhnicheskikh ob"yektov* (Intellectual Technologies for Monitoring and Managing the Structural Dynamics of Complex Technical Objects), Moscow, 2006, 410 p. (in Russ.)
4. Potryasayev S.A. *Journal of Instrument Engineering*, 2018, no. 11(61), pp. 939–946. (in Russ.)
5. Correa F.R. *2018 IEEE Industrial Cyber-Physical Systems (ICPS)*, St. Petersburg, 2018, pp. 392–397.

Data on authors

- Valery V. Zakharov** — St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of the RAS, laboratory for Information Technologies in Systems Analysis and Modeling; Junior Scientist; E-mail: valeriov@yandex.ru

Vitaly A. Ushakov

— Post-Graduate Student; St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of the RAS, laboratory for Information Technologies in Systems Analysis and Modeling; E-mail: mr.vitaly.ushakov@yandex.ru

For citation: Zakharov V. V., Ushakov V. A. Dynamic approach to planning the modernization of automated control systems of production facilities. *Journal of Instrument Engineering*. 2019. Vol. 62, N 6. P. 585—588 (in Russian).

DOI: 10.17586/0021-3454-2019-62-6-585-588