

## Обеспечение качества управления объектами в среде автоматизированного производства на основе оптимизации ресурсов

### Quality control of objects in automated production environment based on the optimization of resources

*Рассмотрены проблемы оценки качества процессов управления объектами в реальном времени в рамках современного автоматизированного производства. Введено представление о качестве управления как минимальной погрешности с точки зрения оптимизации ресурсов. Представлена формальная процедура определения затрат ресурсов при процедуре принятия решений.*

*Problems of a quality evaluation of administrative processes by objects in real time within the limits of the modern computer-aided manufacturing are considered. Representation about quality of control as minimum error from the point of view of optimization of resources is entered. The formal procedure of determination of expenses of resources at decision making procedure is presented.*

**Ключевые слова:** качество процессов управления, объект управления, ресурсы, оптимизация, системы принятия решений, современное автоматизированное производство.

**Key words:** quality of administrative processes, control object, resources, optimization, decision making systems, the modern computer-aided manufacturing.

Достижение заданного качества в дискретных системах управления объектами в реальном времени обычно рассматривается только либо в контексте реализации целевой функции управления, либо в контексте выполнения главного параметра качества – точности реализации заданного алгоритма управления с оптимизацией по выбранному критерию.

В общем случае системы управления объектами в реальном времени, например в рамках гибкого автоматизированного интегрированного производства (ГАИП), можно разделить на три уровня:

1. Диспетчеры реального времени – управление на нижнем уровне, на уровне непосредственно объектов управления: станков с ЧПУ, роботов, накопительных систем и т.п.

2. Системы оперативного управления – управление на уровне реализации технологического процесса, с учетом динамической информации об отклонениях в ходе производства и о внешних возмущениях.

3. Автоматизированные системы управления, реализующие функциональное управление, в состав которого помимо системы оперативного управления

входят системы долгосрочного и оперативного планирования.

На каждом уровне управления процесс взаимодействия системы управления и объекта разделяется на два временных цикла:

1. Цикл непосредственного управления объектом в реальном времени (технологический процесс) как компонента «процесс - ресурс» – оперативный процесс.

2. Цикл подготовки, обеспечения процесса управления, который включает процессы планирования, проектирования новых процедур управления, коррекции в планах – процесс обеспечения ресурсов.

Формализация взаимодействия компонент «процесс – ресурс», представленная в ряде работ для проектирования диспетчеров реального времени, предусматривает описание процедур управления на основе разработанных инструментальных систем, включающих внутренние проблемно-ориентированные языки и интерпретаторы [1]. Процесс формализации систем обеспечения ресурсов, как правило, реализуется в виде проблемно-ориентированных интерфейсов поль-

зователя [2]. При этом возникают ситуации, когда необходимо применять методы теории принятия решений.

Непосредственно процесс принятия решений – это сложная система взаимодействия автоматизированных систем, реализующих формальные модели и людей-специалистов, принимающих как индивидуальные, так и коллективные интеллектуальные решения. В дальнейшем специалистов, принимающих решения, будем называть лицами, принимающими решения (ЛПР) [3].

Такое сложное взаимодействие автоматизированных систем и ЛПР основывается на реализации следующей замкнутой фазовой последовательности: первичное принятие решения – результат – измерение – оценка – скорректированное решение. На фазовых переходах, ввиду различных задержек, шумов и искажений информации, необходима динамическая обратная связь, позволяющая производить коррекцию принятого решения и адаптацию решения.

Исходя из этих ограничений сам процесс принятия решений по определению является многокритериальной задачей, а если учесть, что сформулированные ограничения зачастую не могут иметь формальных критериев для их определения, то в особо сложных случаях появляется вектор косвенной неразрешимости процедуры выбора оптимальной альтернативы решения.

В общем случае качество управления как целевую функцию можно представить, в частности, как процедуру минимизации системной погрешности при реализации решений на стадиях подготовки функционирования системы управления с учетом, в качестве ограничения, затрат ресурсов в определенном заранее объеме.

В таком контексте качество управления можно представить в виде следующего выражения:

$$G = \Delta R \rightarrow \min. \quad (1)$$

При ограничениях:  $S_z < S_{\max}$  где:  $G$  – заданное качество процесса управления;

$\Delta R$  – системная погрешность реализации принятого решения при проектировании;

$S_z$  – затраченные ресурсы при реализации решения;

$S_{\max}$  – заданный предел расхода ресурсов.

Формально оценку оптимальной реализации принятого решения с точки зрения системной погрешно-

сти можно выразить следующим выражением:

$$R_z - R_p = \Delta R \rightarrow \min, \quad (2)$$

где:  $R_z$  – реальные результаты реализации принятого решения;

$R_p$  – воспринимаемые результаты;

$\Delta R$  – искажения результатов при реализации принятого решения.

Минимизация системных погрешностей в процессе реализации принятого решения реализуется при передаче сообщений от объекта реализации результатов поставленных целей проекта к субъекту, принимающему и корректирующему решения, т.е. к ЛПР.

Для оценки затрат ресурсов при реализации принятого решения уточним понятие «ресурс». По [4] – это совокупность средств для достижения результатов рассматриваемого процесса. При этом ресурсы можно подразделить на следующие классы:

1. Информационные ресурсы – это любой набор данных, используемый в рассматриваемом процессе (сигналы, сообщения, показания различных табло и экранов, сведения на естественном языке, программные файлы, базы данных).

2. Материальные ресурсы – товары, предметы, оборудование, участвующие непосредственно в технологическом процессе производства.

3. Энергетические ресурсы – источники различных видов энергии (электрической, гидравлической, пневматической), потребляемой в рассматриваемом процессе.

4. Временные ресурсы – установленные сроки выполнения перечня операций, заданий, планов.

5. Экономические ресурсы – объединяющий, суммарный ресурс как финансовое обеспечение целесообразного с точки зрения денежных затрат технологического процесса.

В общем виде структуру управления ресурсами можно характеризовать двумя параметрами: уровнем ресурсов (степенью накопления) и темпами расхода ресурсов. Эти параметры могут быть выражены следующими уравнениями.

Уровень накопления ресурсов:

$$S_r(t_k) = S_r(t_k - 1) + [(\Delta S_r(\Delta t_k) - SR(\Delta t_k))], \quad (3)$$

где  $S_r(t_k)$  – запас ресурсов в наблюдаемый момент времени;

$S_r(t_k - 1)$  – запас ресурсов в предыдущий момент времени;

$\Delta Sr (\Delta tk)$  – увеличение ресурсов в заданный промежуток времени;

$SR (\Delta tk)$  – расход ресурсов в заданный промежуток времени;

$$\Delta tk = (tk - tk - 1).$$

Целевую функцию минимизации общего расхода ресурсов в заданный интервал времени  $SR (\Delta tk)$  можно отобразить следующим уравнением:

$$SR (\Delta tk) = (SR1 + SR2 + SR3 + SR4 + SR5) \rightarrow \min, \quad (4)$$

где  $SR1$  - расход ресурсов информационного уровня;

$SR2$  - расход ресурсов экономического уровня;

$SR3$  - расход ресурсов материального уровня;

$SR4$  - расход ресурсов энергетического уровня;

$SR5$  - расход временных ресурсов.

Поскольку разные виды ресурсов имеют различные размерности в оценках, то суммарный расход ресурсов представляют, как правило, в одной приведенной унифицированной размерности – в денежном выражении.

Темп расхода ресурсов  $T (\Delta tk)$  можно отобразить следующим уравнением:

$$T (\Delta tk) = Sr (\Delta tk) / D. \quad (5)$$

где  $T (\Delta tk)$  – темп расхода ресурсов (например, в неделю);

$Sr (\Delta tk)$  – имеющийся запас ресурсов на фиксированный промежуток времени;

$D$  – время наблюдения, время реализации ресурсов.

Темпы расхода ресурсов должны быть согласованы с величиной ресурсов, которые необходимо восполнять: величина разности  $\Delta Sr (\Delta tk) - SR (\Delta tk)$  должна быть минимальной (см. (3)).

#### Выводы

1. Показано, что приведенные в тексте модели в виде формальных зависимостей и уравнений характеризуют процедуру управления расходом и учетом ресурсов автоматизированного производства в качественном виде.

2. Установлено, что приведенные модели позволяют определить общие подходы управления ресурсами при решении проблемы построения интерфейса пользователя в режиме формирования средств обеспечения процессов управления, в рамках современного автоматизированного производства.

#### Библиографический список

1. Сосонкин В.Л. Разработка диспетчеров для систем управления с персональным компьютером.// Приборы и системы управления. 1995. № 2. С. 14 –18.

2. Згуровский М.З. Интегрированные системы оптимального управления и проектирования. – Киев: Вища школа, 1990. -352 с.

3. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений: Научно-практическое издание. (Сер. "Информатизация России на пороге XXI века"). – М.: СИНТЕГ, 1998, 376 с.

4. Гурин Л.С., Дымарский Я.С., Меркулов А.Д. Задачи и методы оптимального распределения ресурсов. – М.: Советское радио, 1968. -463 с.

*Шемелин Владимир Константинович* – канд. техн. наук, профессор кафедры «Компьютерные системы управления» МГТУ «СТАНКИН».

Тел. 8(499) 972-94-40, e-mail: v.shem@yandex.ru

*Ланченко Дмитрий Алексеевич* – аспирант кафедры «Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности» МГТУ «СТАНКИН»

Тел. 8(926) 875-64-82, e-mail: lda@stankin.ru

*Shemelin Vladimir Konstantinovich* - Cand.Sc. of Engineering, full professor of sub-department «Handle Computer systems» MSTU "STANKIN".

Tel. +7(499) 972-94-40, e-mail: v.shem@yandex.ru

*Lanchenko Dmitry Alexeevich* – postgraduate student of sub-department of «Ecology and safety» MSTU «STANKIN»

Tel. +7(926) 875-64-82, e-mail: lda@stankin.ru