



## О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ АСУ ОРГАНИЗАЦИОННОГО ТИПА С ЖЕСТКИМ РЕГЛАМЕНТОМ ЦИКЛОВ УПРАВЛЕНИЯ

Г.А. Горелкин (ООО «ВИВОСС и ОИ»),  
Ю.П. Кулябичев, С.В. Ктитров (НИЯУ «МИФИ»)

*Рассматриваются вопросы совершенствования общего алгоритма управления, заложенного в АСУ организационного типа на основе принципов автоматической активации процессов управления событиями, происходящими в объекте управления. Данный подход позволяет повысить эффективность АСУ путем сокращения длительности циклов управления и снижения отрицательного влияния субъективных факторов в управлении<sup>1</sup>.*

*Ключевые слова: АСУ организационного типа, сетевое управление, алгоритм управления, управляемая событиями архитектура, монитор событий, время цикла управления.*

Рассматриваемые в данной работе АСУ организационного типа характеризуются территориальной распределенностью, иерархическим построением узлов (подсистем АСУ) в соответствии с подчиненностью органов управления и наличием жестких требований по времени выработки и реализации управляющих воздействий, свойственных для таких сфер деятельности, как транспорт, энергетика, оборона, ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций и др.

Такого рода системы состоят из комплексов средств автоматизации и персонала и могут охватывать ведомства и регионы, а также носить межведомственный характер. Они предназначены для эффективной работы органов управления, в которых управляющий персонал наделен необходимыми полномочиями и несет всю полноту ответственности за объект управления. Назначение таких АСУ — управление многообразием процессов, протекающих в ходе функционирования объекта в изменяющейся внешней среде.

Примером такой системы может быть АСУ критически важными и особо опасными объектами, располагающимися в некотором регионе. Данные, получаемые АСУ от таких объектов, могут, в частности, нести информацию о концентрациях опасных веществ в среде обитания человека; и в зависимости от величин значений собранных данных следует реагировать на данное событие различным образом. Например, при незначительных значениях концентраций, но с тенденцией к росту, управляющим персоналом могут быть задействованы различные средства выявления причин повышения концентрации, а также мероприятия профилактической направленности, дополнительных измерений и т.п. При приближении к предельно допустимым значениям концентрации могут применяться предупредительные

и ограничительные мероприятия, а в случае превышения предельно допустимых концентраций следует проводить мероприятия по оповещению, эвакуации, ликвидации источников опасности и последствий критической ситуации. АСУ в таких разных ситуациях может действовать с различной оперативностью и степенью автоматизации процессов управления. Преимущества использования средств автоматизации процессов управления и АСУ в целом в наибольшей степени проявляются при необходимости в короткие сроки выработать необходимые управляющие воздействия.

Управление в такого рода системах представляет собой процесс циклического, целенаправленного воздействия на объект в условиях проявлений внешней среды. Влияние внешней среды может носить непредсказуемый характер, что осложняет процесс принятия решений на выдачу управляющих воздействий и накладывает дополнительные ограничения на время подготовки таких решений. Для рационального управления необходимы сбор информации о состоянии управляемого объекта и среды, ее анализ, принятие соответствующих решений об управляющих воздействиях и передача их на исполнение подчиненным подразделениям с необходимым техническим оснащением.

На текущем этапе развития АСУ с распределенной сетевой структурой целесообразно рассмотреть применение на практике положений нового направления в области автоматизации управления, основанного на концепции «сетевое управление».

Под «сетевым управлением» понимается подготовка и ведение процессов управления, базирующихся на своевременности получения, обработки и обмена информации за счет применения

<sup>1</sup> Работа поддержана грантом РФФИ № 17-07-00675.

распределенной интегрированной инфокоммуникационной сети, использующей возможности самоорганизации и самосинхронизации между отдельными узлами сети в целях рационального их взаимодействия. Такая инфокоммуникационная сеть объединяет информационные поля<sup>2</sup>, сети датчиков, органы пунктов управления всех уровней, а также исполнительные и обеспечивающие подразделения и технические средства, находящиеся в их распоряжении. Инфокоммуникационная сеть лежит в основе АСУ, основная функция которой состоит в своевременном решении задач управления.

В соответствии с принципами адаптивного управления принятие решения об адекватном управляющем воздействии осуществляется в таких АСУ на основании проведенных расчетных процедур прогнозирования и моделирования, которые могут быть объединены в систему подготовки и принятия решений.

Для обеспечения своевременности управленческих воздействий цикл управления должен реализовываться в сжатые сроки во избежание неуправляемого развития ситуации в связке «объект управления — внешняя среда». В частности, при оперативном управлении (диспетчерские пункты управления, ситуационные центры и т. п.) цикл управления должен соответствовать реальному масштабу времени изменения ситуации.

Процессы управления в АСУ определяются применяемыми общими алгоритмами управления. Алгоритм управления должен быть адекватен качеству исходной информации, а выработанные и сформированные управляющие воздействия должны быть своевременно доведены до исполнителей и соответственно выполнены ими, что в итоге должно приводить в комплексе к достижению целей управления.

Для традиционного подхода в общем алгоритме управления инициатива сосредоточена у управленческого персонала, от которого требуются необходимая полнота и достаточность выполняемых действий, а также их своевременность. При этом возможны проявления отрицательного влияния таких субъективных факторов, как недостаточные осведомленность, компетентность, скорость реакции и других характеристик управленческого персонала — участников процессов управления. Этот недостаток может вести к отрицательным последствиям, что проявляется независимо от уровня управления — от руководителей высшего звена до исполнителей

на местах, особенно в условиях, для которых характерны высокая скоротечность изменения обстановки и большой объем учитываемой информации. В целом достигнутый уровень развития АСУ позволяет успешно выполнять функции управления, но для преодоления указанных недостатков традиционных алгоритмов и обеспечения нового качества управления требуется использовать более эффективные методы.

Усовершенствованный общий алгоритм управления должен сократить время от возникновения изменения ситуации до получения управляющего воздействия, опираясь на постоянно действующие средства мониторинга ситуации. В частности, необходимо предусмотреть автоматическую реакцию на события в очевидных случаях при контроле со стороны управленческого персонала. Данный подход возможен благодаря перспективам развития информационных технологий, которые предполагают возможность связывать без участия управленческого персонала содержание получаемой от объекта управления информации с процессами в АСУ, которые следует активировать. При этом речь идет не только о содержательности форм представления данных и связанных с ними процессов, но и об определении нового понятия систем, управляемых (активируемых) данными, а более строго — событиями, сопряженными с соответствующими им данными.

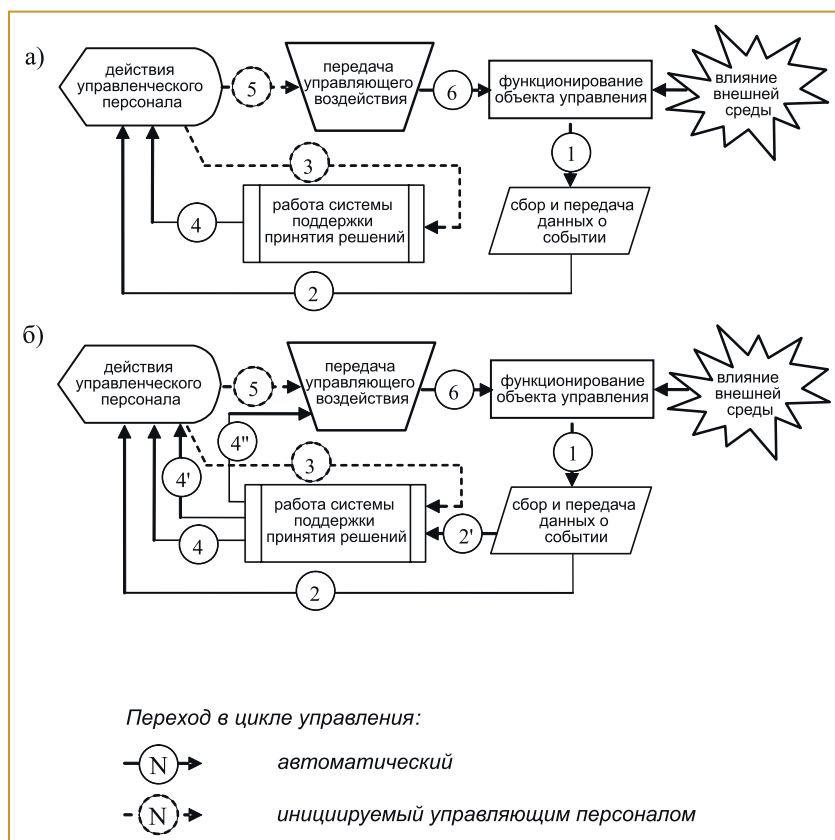


Рис. 1. Схема цикла управления с использованием системы поддержки принятия решения АСУ

<sup>2</sup> Информационное поле - это информационное пространство, охватывающее тот или иной объем фактов и событий реального мира, представленный разнообразием тем и доступный для использования в автоматизированных информационных системах.

Под событием понимается факт существенного изменения состояния системы управления, объекта управления или внешней среды, требующий выработки управляющего воздействия.

Автоматическая активизация процессов подготовки, выработки и передача управляющих воздействий при возникновении событий позволяет сокращать время цикла управления.

Таким образом, существом предлагаемого общего алгоритма управления, заложенного в АСУ, является использование автоматического активирования событиями процессов информирования и управления, приводящими в итоге к своевременным управляемым изменениям ситуации в связке объект управления — внешняя среда. При этом роль управленческого персонала не снижается, а дополняется возможностями средств автоматизации, что, в частности, позволяет при однозначно трактуемых событиях предусмотреть автоматический выбор управляющего воздействия (например, автоматическая подача сигнала тревоги, активация средств пожаротушения и т. п.)

Одним из ключевых при реализации таких систем является подход, сформулированный в 2002 г. Дэвидом Луккэмом и известный с 2003 г. как архитектура, управляемая событиями (EDA — Event Driven Architecture) [1]. Он позволяет по-новому взглянуть на построение общего алгоритма функционирования АСУ организационного типа, который заимствовал некоторые черты, свойственные АСУТП.

Следует также отметить, что соотношение числа событий и времен циклов может быть таким, что циклы управления будут перекрываться во времени, а события, относящиеся к одному периоду времени, требовать рассмотрения их не изолированно друг от друга, а в совокупности как особое событие.

Рассмотрим схемы циклов управления в традиционном понимании и с учетом особенностей нового подхода. Для традиционного подхода (рисунок, а) типичными являются последовательности действий в цикле управления 1-2-3-4-5-6 и 1-2-5-6, различие между которыми в том, что в первой последовательности предусмотрена передача управления системе поддержки принятия решений, а во второй такая необходимость отсутствует, так как управляющий персонал в состоянии принять решение на основании своих знаний и опыта. Для цикла управления в усовершенствованном алгоритме (рисунок, б) в дополнение к традиционным последовательностям действий появляются новые возможности формирования последовательностей, которые позволяют сократить длительность цикла управления. Так в последовательности 1-2'-4'-5-6 осуществляется автоматический запуск системы поддержки решения без участия управляющего персонала за счет возможности нового подхода связывать произошедшее событие с определенными процессами системы поддержки принятия решений. В последовательности 1-2'-4''-6 заложена возможность автоматической реакции на событие без участия человека, характерной не только для

экстренных случаев — подача сигналов тревоги, автоматического пожаротушения и т. п., но и в случаях необходимости принятия решений и управляющих воздействий, для которых существуют отработанные ранее решения. При этом возможность контроля, безусловно, остается за управляющим персоналом. Для АСУ организационного типа с жестким регламентом циклов управления критичным является требование минимизации времени циклов управления. В новом подходе предусмотрены параллельно действующие процессы работы управляющего персонала и системы поддержки принятия решений, то есть одновременное действие приведенных последовательностей в различных сочетаниях. Таким образом, задача уменьшения времени циклов управления, помимо сокращения длительности каждого процесса приведенных выше последовательностей, может успешно решаться совмещением во времени процессов, составляющих цикл управления.

Анализ последовательности процессов управления позволяет сделать вывод о том, что в одном цикле управления возможно совмещение активации системы поддержки принятия решения с информированием управленческого персонала. Это важное свойство нового подхода, которое ведет к сокращению времени цикла управления. Качественная сравнительная оценка длительности циклов управления в этих двух подходах однозначно указывает на преимущества нового подхода. Дать ответы на возможности существующих и перспективных АСУ соответствовать требованиям заказчиков и пользователей таких систем должна количественная оценка длительностей циклов управления. Для такой оценки целесообразно воспользоваться методами моделирования.

Исследование временных характеристик АСУ возможно методами теории массового обслуживания. В этих системах обрабатывается множество событий, рассматриваемых в терминах систем массового обслуживания как поток заявок. Реальные характеристики потока поступающих заявок и значения времени их обслуживания, как правило, таковы, что применимы для исследования не столько аналитические, сколько имитационные модели. Сложности в создании имитационных моделей в данном исследовании незначительны, так как представленные в данной работе общие алгоритмы АСУ описываются достаточно простыми имитационными моделями.

В ходе исследований были разработаны имитационные модели с использованием языка GPSS [2, 3]. Эти модели представляют собой удобный инструмент для дальнейших исследований, которые не только подтверждают качественные оценки, но и позволяют проводить количественные оценки, используя исходные данные на основе собранной статистики о реально функционирующих системах или на основе предполагаемых данных для проектируемых систем.

Программная реализация предлагаемого общего алгоритма управления может осуществляться посредством универсальных подходов сервис-ориентиро-

ванных архитектур [4] и для удовлетворения жестких требований к времени циклов управления может потребоваться разработка мониторов событий, представленных своими компонентами (агентами) во всех территориально-распределенных узлах инфокоммуникационной сети АСУ.

Каждый такой агент монитора событий представляет собой программный модуль, который:

- 1) принимает и обрабатывает сведения о событиях от:
  - средств сбора информации от объекта управления и внешней среды;
  - управленческого персонала;
  - агентов монитора событий других узлов АСУ;
- 2) в приоритетном порядке активирует процессы, приписанные событиям, путем:
  - передачи управления соответствующим процессам на данном узле;
  - передачи данных на агенты монитора событий других узлов АСУ.

В системе с такой архитектурой благодаря постоянно действующим процедурам сбора и мониторинга данных возникновение события автоматически активирует необходимые процессы, которые должны обеспечивать:

- оценку достоверности и актуальности информации и ее доставку по потребителям, актуализацию баз данных и знаний;
- прогноз последствий выявленных событий и мер по предотвращению негативных последствий;
- выработку вариантов решений по управлению;
- взаимодействие всех структур, связанных с обработкой событий.

Такое концептуальное построение позволит:

**Горелкин Георгий Александрович** – канд. техн. наук, генеральный директор ООО «Всесоюзный институт волоконно-оптических систем связи и обработки информации» (ООО «ВИВОСС и ОИ»),

**Кулябичев Юрий Павлович** – д-р техн. наук, проф.,

**Ктитров Сергей Викторович** – канд. техн. наук, доцент НИЯУ «МИФИ».

Контактные телефоны: +7(495) 987-53-28, 788-56-99.

E-mail: gorelkin@vivos.ru, YPKulyabichev@mephi.ru, SVKtitrov@mephi.ru

### Рикор разработал отечественный аналог BIOS

Системы управления активами предприятия (EAM - enterprise asset management) все чаще используются в различных отраслях промышленности для автоматизации процессов технического обслуживания и ремонта (ТОиР). Полезной функцией любой EAM системы является интерфейс, позволяющий использовать мобильные устройства и планшетные ПК для работы с программой без привязки к стационарному рабочему месту.

В настоящее время мобильный интерфейс для системы NERPA EAM внедрен на предприятии ОАО «Терминал Астафьева», где EAM-решение автоматизирует работу нескольких подразделений. В дальнейшем платформе NERPA планируется использовать для системной интеграции деятельности всех подразделений, осуществляющих ТОиР.

За счет интерфейса для мобильных устройств система NERPA EAM может использоваться специалистами технической поддержки для осуществления ежедневных проверок оборудования непосредственно на местах, без привязки к стационарным АРМ. В настоящий момент система работает в пилотном режиме и обслуживает четыре структурных подразделения ОАО «Терминал Астафьева»: склад, службу механизации и транспорта, перегрузочный комплекс, а также автогараж.

Простой и удобный мобильный интерфейс EAM позволяет использовать мобильные устройства и планшетные ПК в качестве АРМ сотрудника. Клиентская часть мобильного интерфейса работает через стандартные Web-браузеры и не требует установки приложения на мобильное устройство. Та-

- перейти к созданию систем, ориентированных на своевременную поддержку принимаемых решений;
- повысить оперативность принимаемых решений и управленческих воздействий, снижая при этом отрицательное влияние субъективного фактора в управлении;
- автоматизировать процессы налаживания взаимодействия без границ по «горизонтальным» связям (самоорганизации) узлов АСУ, преодолевая ограничения существующего иерархического построения взаимодействия по подчиненности;
- заложить основу самосинхронизации действий взаимодействующих структур управления;
- учесть взаимное влияние событий при обработке циклов управления.

Таким образом, в данной работе на основе подхода, свойственного для архитектур управляемых событиями, предлагается общий алгоритм управления, в котором реализация принципов «сетевидного управления» в распределенных системах с жесткими временными регламентами осуществляется с использованием специально разработанных многоагентных мониторов событий.

### Список литературы

1. Luckham D. The Power of Events: An Introduction to Complex Event Processing in Distributed Enterprise Systems. Addison-Wesley. 2002. 376 p.
2. Шрайбер Т. Дж. Моделирование на GPSS = Schriber, T. J. Simulation using GPSS. New York, 1974, Wiley. М.: Машиностроение. 1980. 592 с.
3. Боев В.Д., Сытченко Р.П. Компьютерное моделирование. Элементы теории и практики. Учеб. пособие. СПб.: Военная академия связи. 2009. 432 с.
4. Brenda M. Michelson. Event-Driven Architecture Overview, Patricia Seybold Group. February 2. 2006.

кая архитектура делает мобильный интерфейс NERPA EAM независимым от платформы (архитектуры и используемой ОС), на которой работает клиентская часть приложения.

Мобильный интерфейс системы NERPA EAM упрощает такие работы, как ежедневные проверки оборудования в соответствии с разработанным регламентом, учет запчастей и расходных материалов на складе, а также планирование работ и формирование заказ-нарядов. С помощью мобильного интерфейса сотрудники предприятия могут использовать систему EAM без отрыва от другой работы в любой точке предприятия. Реализованы такие бизнес-процессы, как ежедневная диагностика, срочный ремонт, проверка наличия или отсутствия запчастей и т.д. Кроме того, по всем операциям автоматически составляются отчеты.

В данный момент система NERPA EAM решает следующие основные задачи: ежедневная диагностика оборудования, приемка оборудования, распределение оборудования между операторами, составление графиков регламентного ТОиР, информирование о ЧП и необходимости ремонта оборудования, учет и автоматическое планирование ресурсов склада.

В программе NERPA используется ролевая модель для доступа к данным, в соответствии с которой каждый пользователь получает возможность работы только с информацией, необходимой ему для выполнения служебных обязанностей. Эта модель не только обеспечивает большую безопасность данных, но и упрощает работу пользователя с системой за счет снижения информационной нагрузки ненужными сведениями.

[Http://rikor.com](http://rikor.com)