

ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ УПРАВЛЕНИЯ

УДК 519.7
ББК 32.965

А.В. ДАНЕЕВ
начальник учебного отдела
Восточно-Сибирского института МВД России,
доктор технических наук, профессор
e-mail: daneev@mail.ru

А.А. ВОРОБЬЕВ
ведущий научный сотрудник ОАО «НПО «Орион»,
доктор технических наук, старший научный сотрудник
адрес: 143090, Московская область, г. Краснознаменск, ул. Октябрьская, 7

Д.М. ЛЕБЕДЕВ
научный сотрудник ОАО «НПО «Орион»
адрес: 143090, Московская область, г. Краснознаменск, ул. Октябрьская, 7

АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Разработан алгоритм управления поведением сложной организационно-технической системы, функционирующей в условиях воздействия неблагоприятных факторов. Использование алгоритма позволит выявлять уязвимые места такой системы с целью дальнейшего проведения мероприятий по их нейтрализации.

Ключевые слова: сложные организационно-технические системы, объект управления, неблагоприятные факторы, стратегия управления.

A.V. DANEEV
Director of Instruction of East-Siberian Institute of MIA of Russia,
Doctor of Engineering Sciences, professor
e-mail: daneev@mail.ru

A.A. VOROBIEV
leading research officer JSC SPA «Orion»,
Doctor of Engineering Sciences, senior research officer
7, Octiabrskaya str., Krasnoznamensk, Moscow region, 143090

D.M. LEBEDEV
research officer JSC SPA «Orion»
7, Octiabrskaya str., Krasnoznamensk, Moscow region, 143090

CONTROL ALGORITHM OF COMPLEX ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL SYSTEMS

In the article the control algorithm of complex organizational and technical system behaviour functioning in conditions of negative factors is worked out. The use of the algorithm will allow revealing the weak points of such system in order to carry out some actions to neutralize them.

Keywords: complex organizational and technical systems, control object, negative factors, control strategy.

Прогрессирующее усложнение сложных организационно-технических систем (СОТС), резко повышая возможности реализации основных технологических процессов, одновременно определяет их уязвимость перед

воздействием неблагоприятных факторов (НФ) самой различной природы. Трудность решения проблемы обеспечения требуемого качества функционирования СОТС в условиях воздействия НФ в общем случае обусловлена

сложностью разработки поведенческих моделей многообразных объектов исследования и формализации научных задач, отсутствием достаточной нормативной и методологической базы, а также постоянным совершенствованием методов и средств реализации воздействий на СОТС. Наряду с отсутствием комплексных теоретических исследований и практических результатов по данной проблеме необходимо также отметить достаточно небольшое количество нормативных документов, регламентирующих требования к организации управления СОТС.

В настоящее время общепринятой в теории управления является концепция управления в условиях неполной информации о моделях объекта и (или) учитываемых воздействиях внешней среды. При этом тип неопределенности математической модели объекта зависит от ряда неконтролируемых факторов:

- параметрическая неопределенность — параметры объекта управления и (или) внешних воздействий являются неизвестными квазистационарными;
- сигнальная неопределенность — модель объекта управления и (или) внешних воздействий может быть задана неизмеряемой функцией времени;
- функциональная неопределенность — может быть задана неизвестная функция переменных состояния объекта и (или) переменных входа/выхода объекта [1].

Специфика современных СОТС определяет необходимость управления ими в условиях сигнальной неопределенности внешних воздействий (НФ). При этом считаются известными множество возможных воздействий и их параметры, но неизвестны время и последовательность реализации НФ. Общим приемом реализации механизма управления в подобных случаях является синтез двухуровневой структуры комплекса средств управления (СУ), включающей основной контур и блок алгоритма адаптации (рис. 1).

Параметры объекта управления (СОТС) $z_{\text{сигн}}(t)$ в случае сигнально неопределенных НФ $r_{\text{сигн}}(t)$ являются параметрами настройки используемых СУ (как регулируемые, так и нерегулируемые) и поддаются прямому измерению. Выходные параметры объекта управления влияют на значение показателя качества СОТС $Q'(r_{\text{сигн}}(t), z_{\text{сигн}}(t))$.

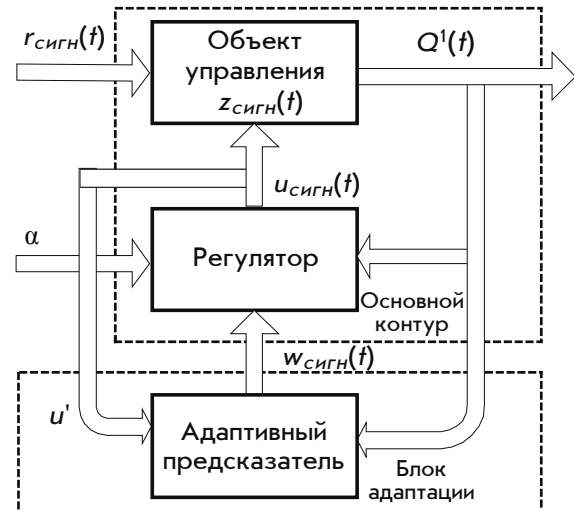


Рис. 1. Общая структура комплекса управления СОТС при реализации сигнально неопределенных НФ

При использовании прямого подхода для синтеза комплекса СУ основной контур должен содержать неявную эталонную модель объекта управления. Модель будет задаваться значениями настроек СУ, при которых достигается требуемое значение α показателя защищенности $Q'(\cdot)$. Допущение об отсутствии динамики изменения параметров сигнально неопределенных НФ в процессе эксплуатации СОТС определяет целесообразность достижения цели управления для прогнозируемого значения $Q'(\cdot)$. В соответствии с этим алгоритм адаптации в такой подсистеме будет являться алгоритмом предсказания. Для реализации алгоритма должны использоваться соответствующие модели функционирования СОТС. Регулятор обеспечивает достижение цели управления при фиксированных входных параметрах $r_{\text{сигн}}(t)$ и параметрах состояния объекта управления $z_{\text{сигн}}(t)$ на основе реализации управления СОТС.

В условиях динамического изменения параметров НФ наиболее перспективными являются исследование и реализация принципиально новых технологий управления ресурсами СОТС в процессе эксплуатации. В настоящее время становится очевидным, что обеспечение требуемого качества функционирования сложных и многофункциональных СОТС может быть достигнуто лишь на основе реализации комплекса управления.

Синтез комплекса управления связан с необходимостью определения объекта, цели,

стратегии, метода и алгоритма управления. В такой постановке объектом управления являются объекты СОТС (автоматизированные рабочие места), характеризующиеся параметрами используемых средств управления $(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n)$. В общем виде цель управления СОТС в этом случае задается системой требований

$$\begin{cases} \Phi(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n) \geq \Delta; \\ t_{k+1} - t_k \leq t_{\text{зад}}, \end{cases} \quad (1)$$

где $\Phi(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n)$ — показатель качества функционирования СОТС; Δ — количественные требования к качеству функционирования СОТС; $(t_{k+1} - t_k)$ — время перехода объекта управления из состояния k в состояние $k + 1$; $t_{\text{зад}}$ — директивное время переходного состояния объекта управления.

Стратегия управления состоит в одновременном измерении параметров и управлении объектом управления. Частными задачами являются выбор структуры и расчет параметров алгоритма управления, а также проверка и уточнение алгоритма по результатам моделирования.

Необходимость синтеза комплекса управления в условиях неопределенности множества и характеристик НФ определяет целесообразность использования двухуровневой структуры алгоритма управления [3]. Алгоритм первого уровня u (алгоритм регулирования) должен обеспечивать достижение цели управления на основе настройки параметров средств управления в соответствии с параметрами управления w , т.е. $u = f(\Phi, w)$. Алгоритм второго уровня (алгоритм адаптации) должен изменять вектор параметров управления w таким образом, чтобы обеспечить достижение цели управления при неизвестных значениях параметров информационных воздействий r .

В соответствии с двухуровневой структурой системы адаптивного управления процедура синтеза состоит из двух этапов [1; 2]:

– синтез основного контура, задаваемый условием

$$u_{\zeta}^* = \underset{u_{\zeta} \in U}{\operatorname{Argmax}} g_1(\operatorname{rel}(U(t), \Phi(X(t), Y(t)))), \quad (2)$$

где $g_1(\cdot)$ — функция, аргументами которой являются взаимозависимые функции управления и выходного сигнала;

– синтез контура адаптации, задаваемый условием

$$w_{\eta}^* = \underset{w_{\eta} \in \Omega}{\operatorname{Argmax}} g_2(X(t), \operatorname{rel}(\Omega(t), U(t))), \quad (3)$$

где $g_2(\cdot)$ — функция, аргументами которой являются вектор входного сигнала и взаимозависимые функции управления и адаптации; $X(t) = \{x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)\}$ — множество возможных НФ; $Y(t) = \{y_1(t), y_2(t), \dots, y_m(t)\}$ — множество вариантов настройки средств управления; $\Omega(t) = \{w_1(t), w_2(t), \dots, w_g(t)\}$ — множество возможных управляющих воздействий.

Так как комплекс управления может описываться параметрами настройки средств управления $(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n)$, объект управления может рассматриваться как линейный дискретный объект. При этом для решения первой задачи может использоваться метод оптимального синтеза основного контура. Цель управления состоит в оптимизации показателя качества $\Phi(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n)$. В качестве настраиваемых параметров $(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n)$ могут использоваться оценки неизвестных параметров $(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n)$.

Синтез контура адаптации связан с выбором алгоритмов адаптации. С учетом специфики объекта управления и вектора возмущений (характеристик информационных воздействий) задача адаптивного управления традиционно разбивается на задачу слежения и задачу оптимизации. Это определяет необходимость применения сигнально-параметрического (комбинированного) алгоритма адаптации. Реализация сигнального алгоритма возможна на основе использования средств обнаружения НФ.

Алгоритм позволяет уменьшить неопределенность возмущающего (информационного) воздействия за счет добавления к управляющему (параметрическому) воздействию специального сигнала — сигнала адаптации. В этом случае факт наличия НФ определяется на основе превышения значения входного сигнала r_j предельно допустимого значения $r_{\text{крит}}$ при этом НФ нейтрализуется (предотвращается) и вырабатывается сигнал адаптации r^* , активизирующий настройку параметров средств управления $(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n)$.

Параметрический алгоритм предназначен для «долговременной» настройки параметров средств управления на основе сбора статистических данных r^* о параметрах НФ, а также прогнозирования качества функционирования СОТС Φ^* .

С позиции системного подхода синтез комплекса управления СОТС связан с необходимостью решения следующих задач (рис. 2):

- разработка методов и моделей оценивания качества функционирования СОТС;
- разработка методов и моделей обнаружения НФ;

– разработка методов и моделей управления СОТС.

В настоящее время теоретические исследования и реализация технологии управления СОТС относятся к направлениям перспективных исследований и позволят обеспечить требуемое качество функционирования сложных систем в процессе их эксплуатации.

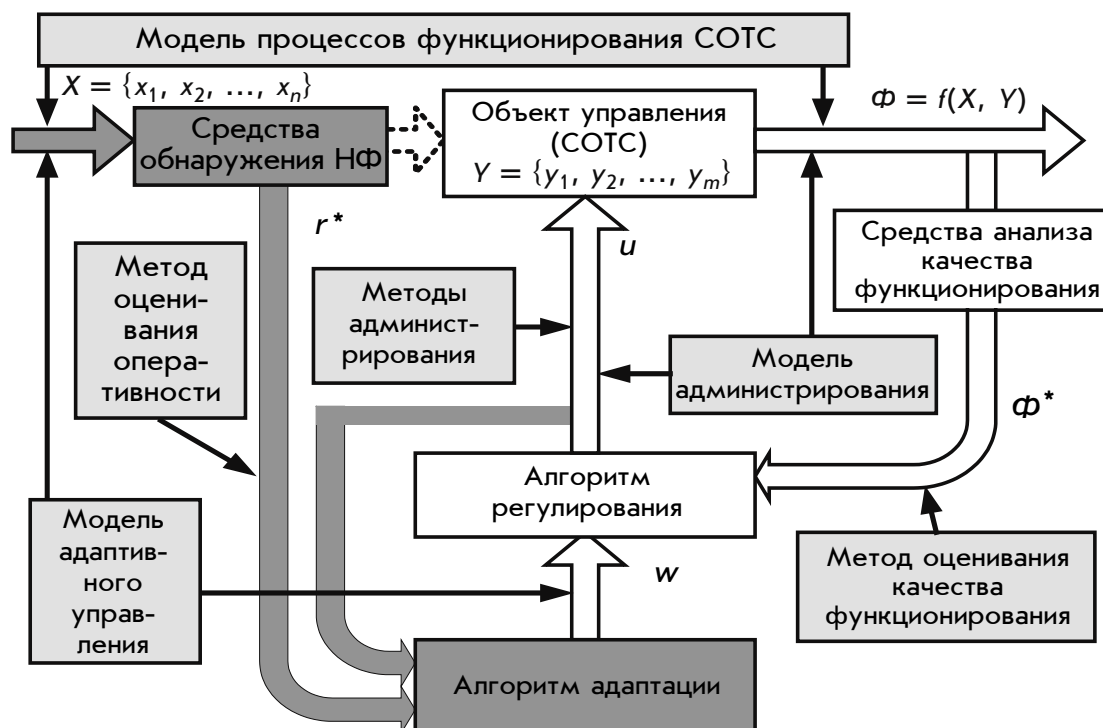


Рис. 2. Алгоритмы управления СОТС

Список использованной литературы

1. Воронов А.А., Рутковский В.Ю. Современное состояние и перспективы развития адаптивных систем // Вопросы кибернетики: Проблемы теории и практики адаптивного управления. М., 1985.
2. Петров Б.Н. и др. Принципы построения и проектирования самонастраивающихся систем управления. М., 1972.
3. Фрадков А.Л. Адаптивное управление в сложных системах. М., 1990.

Bibliography (transliterated)

1. Voronov A.A., Rutkovskii V.Yu. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya adaptivnykh system // Voprosy kibernetiki: Problemy teorii i praktiki adaptivnogo upravleniya. M., 1985.
2. Petrov B.N. i dr. Printsipy postroeniya i proektirovaniya samonastrayayushchikhsya system upravleniya. M., 1972.
3. Fradkov A.L. Adaptivnoe upravlenie v slozhnykh systemakh. M., 1990.