

Т.А. Буцынская¹, Е.В. Самышкина²
(¹Академия ГПС МЧС России, ²НИЦ "Охрана" Росгвардии;
e-mail: samyshkinaelena2011@gmail.com)

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ В ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЕ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ЕДИНЫХ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ

Определена возможность моделирования процесса управления устойчивостью функционирования централизованной системой вневедомственной охраны на основе математического аппарата теории автоматического управления.

Ключевые слова: модель управления, система тревожной сигнализации, теория автоматического управления.

T.A. Butcinskaya, E.V. Samyshkina

MODEL OF MANAGEMENT IN THE CENTRALIZED SYSTEM OF COMPLEX SAFETY OF OBJECTS ON THE BASIS OF UNIFORM TACTICAL AND TECHNICAL REQUIREMENTS

The possibility of modeling the process of managing the stability of the centralized system of private security on the basis of the mathematical apparatus of the theory of automatic control has been identified.

Key words: control model, alarm system, automatic control theory.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 2 августа 2017 г.

Постоянное повышение устойчивости функционирования **систем тревожной сигнализации (СТС)** является результатом целенаправленной деятельности органов управления **вневедомственной охраны (ВО)** Росгвардии [1-4]. В проблеме устойчивости особое место занимает выявление различных факторов и механизма их влияния на процесс разработки, производства и эксплуатации **технических средств (ТС)**. Количественная оценка степени влияния на результат функционирования необходима для выбора наиболее эффективных решений при управлении процессом технического оснащения ВО [5-7].

Непосредственное участие человека в формировании и обеспечении функционирования **централизованной системы комплексной безопасности объектов (ЦСКБО)**, а также случайный характер факторов существенно усложняет процесс идентификации управления. Вместе с тем, влияние факторов носит объективный характер, поэтому задачу управления устойчивостью функционирования можно формализовать, придав ей соответствующее математическое описание.

Рассмотрим это на примере формирования СТС, выполняющего конкретную задачу в ЦСКБО. В формализованном виде данный процесс можно представить в виде взаимодействия управляющего субъекта (заказчика) и объекта управления (комплекс составляющих ТС). Целью управления является достижение максимальной совокупности характеристик, отражающих целевую функцию по выполнению поставленной перед ним задачи.

Следовательно, вид целевой функции будет

$$B = P(\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_i) \rightarrow \max, \quad (1)$$

где B – функционал целевой функции;

η_i – характеристика i -го ТС, входящего в модуль.

η_i определяется качеством разработки (X_1), производства (X_2), условиями эксплуатации (X_3) и организационно-техническим уровнем субъекта управления (U_i), в частности, качеством *технического обслуживания (ТО)*. В процессе управления добиваются достижения экстремума целевой функции B .

Таким образом,

$$\eta_i = f(X_1, X_2, X_3, U_i). \quad (2)$$

Считаем, что в рассматриваемой формализованной задаче заказчику известны гипотеза о поведении объекта, виды возмущений, а также вид формируемых управляющих воздействий.

Для каждого i -го ТС можно определить свою целевую функцию, к достижению экстремума которой надо стремиться

$$B_i = \varphi(\eta_i, U_i) \rightarrow \max. \quad (3)$$

Для системы сигнализации в большинстве встречающихся на практике случаев важно оценить улучшение не одного, а нескольких её параметров, как положительных, так и отрицательных. В частности, для величины B_i может быть взят показатель в виде нормированной свёртки единичных показателей P_{kl} с соответствующими весовыми коэффициентами. Выбор весовых коэффициентов должен осуществляться, исходя из представлений заказчика об относительной важности различных параметров. В настоящее время универсальная методика расчёта коэффициентов для объектовой СТС отсутствует, и они могут быть определены только на основании экспертных оценок для конкретной системы. Максимальный уровень качества i -го ТС достигается для образцового ("идеального") ТС.

Управляющее воздействие Y_i , направленное в основном на увеличение целевой функции B_i , можно связать с параметрами η_i функционально:

$$Y_i = \Psi_i(\eta_i). \quad (5)$$

Вид функции Ψ_i определяется выбранной стратегией, возможностями субъекта управления и имеющимися ограничениями.

Таким образом, обобщённый вид целевой функции (3) будет следующим:

$$B = P[(\eta_1(\Psi_1), \eta_2(\Psi_2), \dots, \eta_i(\Psi_i))]. \quad (6)$$

Из выражения (6) следует, что задача по управлению состоит в определении таких функций $\Psi_i(\eta_i)$, которые дадут максимальные значения целевой функции B .

В общем виде решение данной задачи может быть получено с использованием математического аппарата *теории автоматического управления (ТАУ)*.

В ТАУ характеристики управления определяют по кривым регулирования, представляющим собой зависимости выходного параметра от времени при появлении входного воздействия определенного вида. Для получения кривой регулирования в динамической системе необходимо составить и решить систему дифференциальных уравнений, описывающих свойства элементов системы и их связи при начальных условиях.

Структурная схема системы управления устойчивостью функционирования технических средств СЦКБО, созданной ВО Росгвардии на основе формируемых *единых тактико-технических требований (ЕТТ)* [8], представлена на рис. 1.

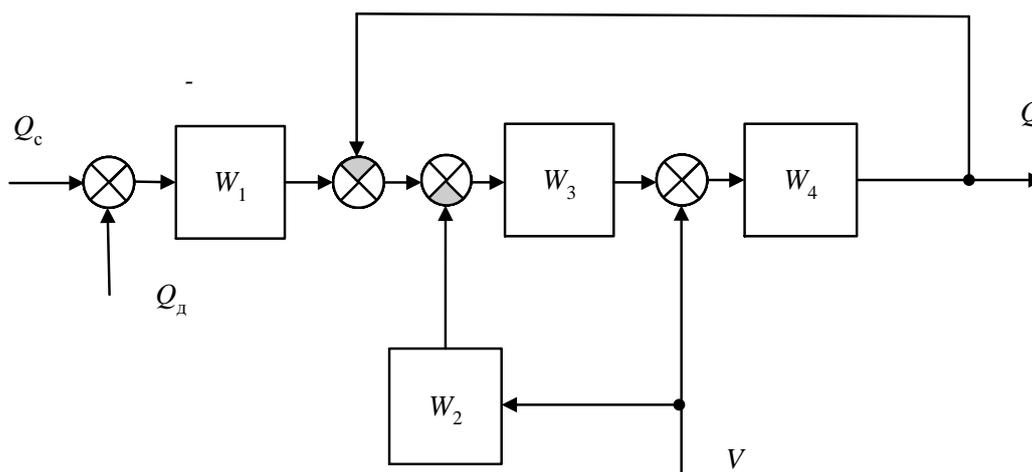


Рис. 1. Представление системы в виде совокупности звеньев с передаточными функциями W_1 - W_4 и отрицательной обратной связью

Данная схема в виде *системы автоматического управления (САУ)* в общем случае содержит звенья, имеющие соответствующие передаточные функции:

$W_1(p)$ – соответствует формируемому заказчиком с учетом стандартов (Q_c) и ЕТТ (Q_d) требованиям к средствам безопасности, применяемым ВО;

$W_2(p)$ – дополнительные требования заказчика по результатам анализа результатов воздействия внешних факторов;

$W_3(p)$ – формирование требований технических условий на производимую продукцию;

$W_4(p)$ – передаточная функция объекта управления (предприятия изготовителя).

Отрицательная обратная связь с выхода Q характеризует формируемые в результате анализа эксплуатации и испытаний управляющие воздействия, направленные на выполнения требований заказчика.

Анализ представленной обобщенной структурной схемы показывает, что САУ, представленная на рис. 1, соответствует системе комбинированного управления, включающей подсистемы, работающие по открытому и замкнутому циклу. С точки зрения теории управления, такое построение обеспечивает минимальное влияние основных отрицательно воздействующих видов возмущений V на значение выходного параметра управляемого объекта.

Передаточная функция системы $W_0(p)$, представляющая собой отношение в операторной форме изображения функции входного сигнала к функции входного (возмущающего) воздействия, имеет вид:

$$W_0(p) = \frac{W_1(p)[W_2(p) + W_3(p)]W_4(p)}{1 + [W_2(p) + W_3(p)]W_4(p)}. \quad (7)$$

Оригинал функции выходного параметра Q от времени при линейном входном воздействии представлен в виде графика на рис. 2. Из графика следует, что при использовании пропорционального регулятора (W_1, W_2 – безинерционные звенья, W_4 – апериодическое звено), выходной параметр Q стремится к задающему воздействию (кривая 2). При отсутствии управления выходной параметр Q под действием мешающих воздействий стремится к нулю (кривая 3).

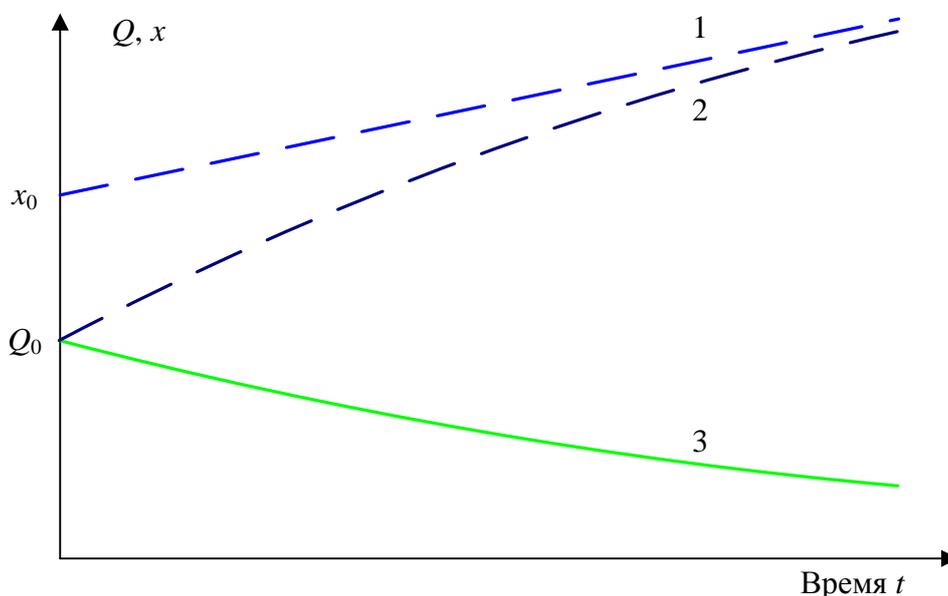


Рис. 2. Временная зависимость выходного параметра САУ при различных управляющих воздействиях:
1 – задающее воздействие; 2 – W_1 , пропорциональный закон регулирования;
3 – отсутствие регуляторов W_1 - W_3

Подтверждением адекватности представленной модели и оценки эффективности управления устойчивостью функционирования средств охранно-пожарной сигнализации могут служить результаты проведенного статистического исследования динамики изменения качества серийно выпускаемых ТС, применяемых ВО [8]. Возрастающий характер зависимости подтверждает представленный вид передаточной функции W_1 .

Следует отметить, что рассмотрение системы управления в виде САУ недостаточно корректно в том смысле, что процесс управления осуществляется персоналом, который в зависимости от ситуации может менять вид и характер управляющих воздействий.

В теории управления это соответствует применению адаптивных или самонастраивающихся регуляторов, в которых закон управления меняется при изменении условий. В рассматриваемой системе это тем более актуально, поскольку параметры объекта или возмущений известны неточно и могут изменяться со временем (как в нестационарных системах).

В автоматических адаптивных системах управления в простейшем случае (когда есть несколько заранее известных режимов работы) происходит простое переключение между несколькими законами управления. Часто в адаптивных системах регулятор оценивает параметры объекта в реальном времени и соответственно изменяет закон управления по заданному правилу.

Рассматриваемая система по своему характеру, в соответствии с определенной ранее целевой функцией, является экстремальной, поскольку в ней аппарат управления стремится к достижению максимума установленного критерия устойчивости (качества).

Положительным в структуре рассматриваемой системы является наличие регулятора W_1 на входе, который совместно с W_2 и W_3 формирует комбинированное управление.

Регулятор W_1 не влияет на свойства контура управления (запасы устойчивости, подавление возмущений, робастность), а влияет только на переходные процессы при изменении задающего воздействия.

Таким образом, предложенный метод анализа позволяет применить математический аппарат ТАУ для моделирования процесса управления в ЦСКБО. Однако существенной трудностью в практическом применении такого моделирования может служить неопределенность числовых коэффициентов, характеризующих параметры звеньев.

Литература

1. Членов А.Н., Климов А.В. Модель управления безопасностью объектов кредитно-финансовой системы // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2015. № 2. С. 71-76.
2. Членов А.Н., Буцынская Т.А., Дровникова И.Г. Особенности управления в системе охраны и безопасности объекта // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2009. № 1. С. 85-94.
3. Новые возможности управления в системе пожарной безопасности / Членов А.Н., Буцынская Т.А., Демехин Ф.В., Дровникова И.Г., Орлов П.А. // Пожарная безопасность. 2008. № 4. С. 96-101.
4. Членов А.Н., Буцынская Т.А., Дровникова И.Г. Технические средства, системы охранной и пожарной сигнализации. Часть 1 // Пожаровзрывобезопасность. 2008. № S5. С. 31-35.
5. Членов А.Н., Демехин Ф.И. Метод оценки влияния качества пожарной сигнализации на эффективность автоматизированной системы противопожарной защиты промышленного предприятия // Технологии техносферной безопасности. Вып. 5 (21). 2008. 4 с. <http://academygps.ru/ttb>.
6. Антоненко А.А., Буцынская Т.А., Членов А.Н. Нормативное обеспечение систем комплексной безопасности объектов // Технологии техносферной безопасности. Вып. 2 (30). 2010. 7 с. <http://academygps.ru/ttb>.
7. Членов А.Н., Самышкина Е.В. Нормативная поддержка управления в системе вневедомственной охраны // Технологии техносферной безопасности. Вып. 1 (71). 2017. С. 306-311. <http://academygps.ru/ttb>.
8. Членов А.Н., Климов А.В., Самышкина Е.В. Комплексная оценка эксплуатационных характеристик охранно-пожарной сигнализации // Технологии техносферной безопасности. Вып. 1 (71). 2017. С. 301-305. <http://academygps.ru/ttb>.

References

1. Chlenov A.N., Klimov A.V. Model' upravlenija bezopasnost'ju ob'ektov kreditno-finansovoj sistemy (Model of security management of objects of credit and financial system) // Pozhary i chrezvychajnye situacii: predotvrashhenie, likvidacija. 2015. No 2. Pp. 71-76.
2. Chlenov A.N., Bucynskaja T.A., Drovnikova I.G. Osobennosti upravlenija v sisteme ohrany i bezopasnosti ob'ekta (Features of management in the system safety and security) // Problemy bezopasnosti i chrezvychajnyh situacij. 2009. No 1. Pp. 85-94.
3. Novye vozmozhnosti upravlenija v sisteme pozharnoj bezopasnosti'i (New possibilities of management in the fire security) / Chlenov A.N., Bucynskaja T.A., Demehin F.V., Drovnikova I.G., Orlov P.A. // Pozharnaja bezopasnost'. 2008. No 4. Pp. 96-101.
4. Chlenov A.N., Bucynskaja T.A., Drovnikova I.G. Tehnicheskie sredstva, sistemy ohrannoij i pozharnoj signalizacii. Chast' 1 (Quipment, security and fire alarm systems. Part 1) // Pozharovzryvo-bezopasnost'. 2008. No S5. Pp. 31-35.
5. Chlenov A.N., Demehin F.I. Metod ocenki vlijanija kachestva pozharnoj signalizacii na jefektivnost' avtomatizirovannoj sistemy protivopozharnoj zashhity promyshlennogo predpriyatija (Method of estimation of influence of quality of the fire alarm system on efficiency of the automated system of fire protection of the industrial enterprise) // Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti. Vyp. 5 (21). 2008. 4 p. <http://academygps.ru/ttb>.
6. Antonenko A.A., Bucynskaja T.A., Chlenov A.N. Normativnoe obespechenie sistem kompleksnoj bezopasnosti ob'ektov (Regulatory support of integrated security systems of objects) // Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti. Vyp. 2 (30). 2010. 7 p. <http://academygps.ru/ttb>.
7. Chlenov A.N., Samyshkina E.V. Normativnaja podderzhka upravlenija v sisteme vnevedomstvennoj ohrany (Normative support of management in private security) // Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti. Vyp. 1 (71). 2017. Pp. 306-311. <http://academygps.ru/ttb>.
8. Chlenov A.N., Klimov A.V., Samyshkina E.V. Kompleksnaja ocenka jekspluatacionnyh harakteristik ohranno-pozharnoj signalizacii (Complex assessment of operating characteristic of security and fire alarm) // Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti. Vyp. 1 (71). 2017. Pp. 301-305. <http://academygps.ru/ttb>.