

А.Н. Членов¹, Е.В. Самышкина²
(¹Академия ГПС МЧС России, ²НИЦ "Охрана" Росгвардии;
e-mail: samyshkinaelena2011@gmail.com)

МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ОПЕРАТИВНЫМИ СЛУЖБАМИ В СИСТЕМЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ ВНЕВЕДОМСТВЕННОЙ ОХРАНЫ

Проанализирован подход к моделированию управления оперативными службами в системе централизованной вневедомственной охраны при получении тревожных извещений с использованием математического аппарата теории автоматического управления.

Ключевые слова: Модель управления, теория автоматического управления, централизованная охрана

A.N. Chlenov, E.V. Samyshkina MODELING THE MANAGEMENT OF OPERATIONAL SERVICES IN A SYSTEM OF CENTRALIZED PRIVATE SECURITY

The approach to modeling the management of operational services in a system of centralized private security when receiving alarm notifications using the mathematical apparatus of the theory of automatic control was analyzed.

Key words: management model, automatic control theory, centralized security.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 21 февраля 2017 г.

Основными элементами системы централизованной комплексной безопасности **вневедомственной охраны (ВО)** являются мобильные подразделения быстрого реагирования, размещаемые в районе расположения охраняемых объектов, которые обеспечивают ликвидацию угрозы, получая команды управления с пункта централизованного управления при обнаружении с помощью системы сигнализации тревожной ситуации.

Представленная на рис. 1 схема **пункта управления централизованной охраны (ПЦО)** показывает организационную структуру взаимодействия персонала при получении тревожных извещений от объектов охраны, отображаемой с помощью мониторов пульта централизованного наблюдения, анализ и преобразование её в управляющие команды $\Psi(t)$, передаваемые в мобильные подразделения ВО, а также другие действия, направленные на ликвидацию угрозы охраняемым объектам.

Основным параметром, характеризующим работу ПЦО, является время, затрачиваемое на процесс управления. Для серии аналогичных действий персонала это время можно рассматривать как среднее за период работы дежурной смены. Разброс данного параметра вызван воздействием мешающих факторов, к которым можно отнести нетиповые варианты развития событий, факторы неустойчивой работы оборудования – отказы и ложные срабатывания средств сигнализации, психофизиологические факторы, влияющие на работу персонала, и т.п.

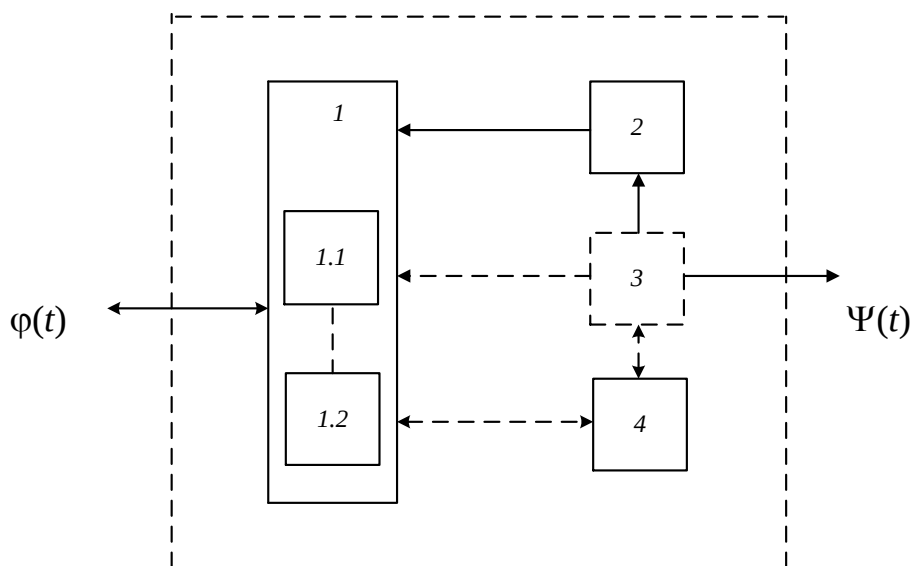


Рис. 1. Организационная структура пункта управления централизованной охраной:

1 – дежурные ПЦН; 2 – дежурный группы технического обслуживания;
3 – оперативный дежурный ПЦО; 4 – старший дежурный смены ПЦО

Анализ указанного взаимодействия персонала ПЦО позволяет выделить основные последовательные этапы, характеризующие динамику процесса управления.

Поскольку работа ПЦО непосредственно связана с деятельностью людей, за основу для моделирования функционирования ПЦО может быть положено моделирование деятельности оператора в человеко-машинной системе автоматизированного управления. Методология формирования моделей такого вида известна и описана в ряде работ [1-3].

Основные математические методы, используемые при моделировании, представлены в табл. 1.

Особенностью представленных моделей являются разные возможности, связанные с областью применения (назначением). Как правило, данные модели используются в инженерной психологии для формального описания и оценки деятельности ЧО с учётом факторов неопределённости, размерности, описательности, динамичности и некоторых других.

Основной задачей управления ПЦО является обеспечение по каждому тревожному извещению системы сигнализации адекватное реагирование оперативными подразделениями за минимальное время, необходимое для ликвидации чрезвычайной ситуации и с минимальными затратами.

Поэтому наиболее удобным для моделирования представляется применение математического аппарата теории автоматического управления.

Методы моделирования деятельности человека-оператора

Математический аппарат моделирования	Основное назначение	Особенности решаемых задач
Теория информации	Задачи распределения и ретрансляции информации	Высокая размерность
Теория массового обслуживания	Задачи обслуживания заявок различного рода	Высокая размерность
Теория автоматического управления	Задачи компенсаторного и преследующего слежения	Высокая динамичность
Теория автоматов, теория алгоритмов	Формальное описание деятельности	Средние показатели динамичности и описательности
Теория игр и статистических решений	Задачи принятия решений в условиях неопределённости и противодействия	Высокая описательность
Сетевые методы	Формальное описание деятельности	Средние показатели динамичности и описательности
Теория множеств, теория надёжности, теория вероятностей	Формальное описание деятельности	Высокая неопределённость

Примечание:

неопределённость – учёт случайных, вероятностных составляющих в деятельности оператора;

размерность – описание процессов управления со многими неизвестными;

описательность – возможность описания внутренних, психофизиологических механизмов деятельности человека;

динамичность – учёт фактора времени.

Дополнительным преимуществом моделей, основанных на теории автоматического управления является то, что они строятся на использовании структурного подхода, учитывающего взаимосвязи между различными сторонами (элементами) изучаемого явления.

Структурная схема модели управления оперативными подразделениями СЦБКО представлена на рис. 2. Система включает персонал ПЦО и оперативные службы, которые реагируют на команды управления, формируемые ПЦО.

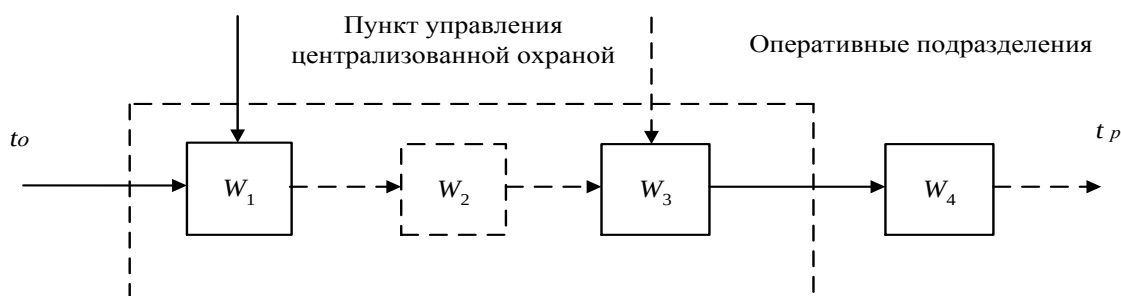


Рис. 2. Структурная модель управления оперативными службами в системе централизованной вневедомственной охраны при формировании тревожного извещения

Цель системы – реагирование на тревожное извещение за время, не более $t_{кр}$ – минимально допустимого времени, достаточного для ликвидации угрозы охраняемому объекту. Таким образом, критерием надёжности функционирующей системы управления является выполнения неравенства:

$$t_p < t_{кр}, \quad (1)$$

где $t_{кр}$ максимально допустимое время управления, при котором обеспечивается ликвидация угрозы защищаемому объекту с учётом дисперсии составляющих t_p этапов.

С точки зрения ТАУ система может быть охарактеризована как система автоматического регулирования. Предложенная модель является линейной, что существенно упрощает её анализ, не снижая практической ценности.

На схеме рис. 2 ПЦО представлено в виде трёх последовательно соединённых звеньев. Стрелками показано наличие внешних мешающих воздействий.

Первое звено связано с приёмом извещений с охраняемого объекта. По своим динамическим свойствам оно является звеном с запаздыванием. Запаздывание определяется реакцией оператора и возможностью считывания информации с экрана ПЦН (объёмом информации и удобством считывания), а также необходимостью совершения ряда действий, связанных с тактикой работы системы тревожной сигнализации.

Второе звено – решающее, формирует задержку принятия решения, определяется наличием и качеством четких инструкций и условиями их формирования, в частности наличием или отсутствием в процессе работы оперативного дежурного ПЦО.

Третье звено – исполнительное. По своим свойствам оно является инерционным звеном. Инерционность определяется действиями персонала по управлению оперативными службами с учётом неустойчивого функционирования (ложных срабатываний) аппаратуры СЦН и тревожной сигнализации. На параметры звена оказывает влияние также профессиональный уровень персонала с учётом определённой психофизиологической напряжённости и мешающих воздействий.

Четвертое звено характеризуется задержкой в прибытии групп реагирования при получении команды управления и может быть представлено как звено с запаздыванием.

Передаточные функции элементов системы:

$$W_1 = e^{-\tau_1 p}; \quad (2)$$

$$W_2 = e^{-\tau_2 p}; \quad (3)$$

$$W_3 = \frac{1}{\tau_3 p + 1}; \quad (4)$$

$$W_4 = e^{-\tau_4 p}, \quad (5)$$

где $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4$ – параметры передаточных функций соответствующих звеньев.

Общая передаточная функция такой модели может быть записана как произведение передаточных функций отдельных звеньев.

$$W_o(p) = \prod_{i=1}^4 W_i \frac{e^{-\tau_c p}}{\tau_3 p + 1}, \quad (6)$$

где $\tau_c = \tau_1 + \tau_2 + \tau_4$.

Реакция системы на единичное входное воздействие (тревожное извещение):

$$T(p) = e^{-\tau_c p} \frac{1}{p(\tau_3 p + 1)}. \quad (7)$$

Переходя от изображения к оригиналу, получим временную зависимость $T(t)$, с учётом теоремы запаздывания, в виде

$$T(t) = \begin{cases} 0, & \text{при } t \leq \tau_c; \\ 1 - e^{-t/\tau_3}, & \text{при } t > \tau_c. \end{cases} \quad (8)$$

Временные зависимости реакции системы управления на тревожное извещение при различных значениях параметров представлены на рис 3, 4.

Достижение значения переходной характеристики 95 % от максимального значения можно считать окончанием переходного процесса, что соответствует окончанию процесса реагирования системой на тревожное извещение. Подставляя данное значение в выражение (1), для значения времени реагирования t_p получим критерий надёжности управления в виде:

$$t_p < \tau_c + \tau_3 \ln 20. \quad (9)$$

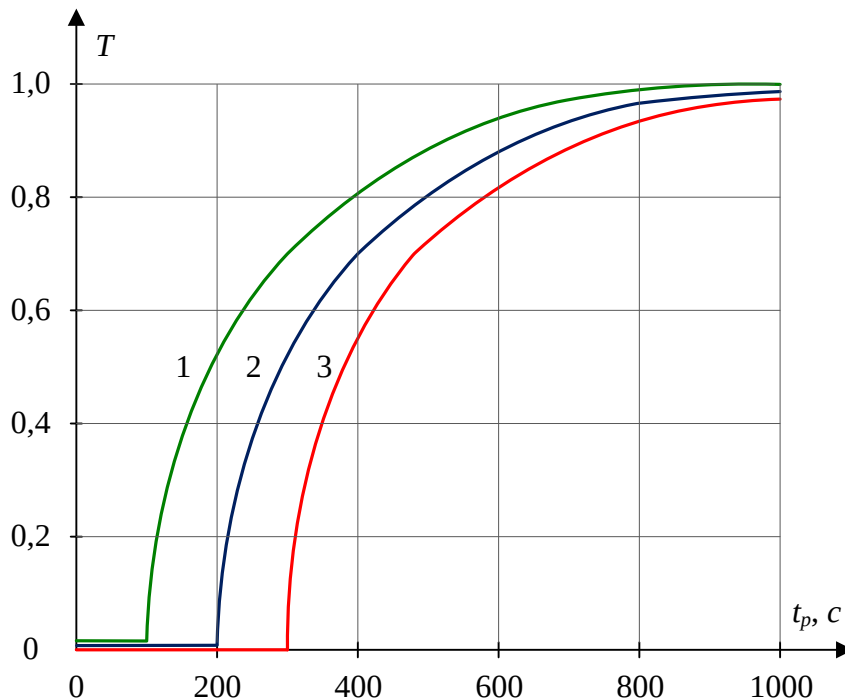


Рис. 3. Переходная характеристика системы управления:

1 – $\tau_c = 100$ с; $\tau_3 = 200$ с;

2 – $\tau_c = 200$ с; $\tau_3 = 200$ с;

3 – $\tau_c = 300$ с; $\tau_3 = 200$ с

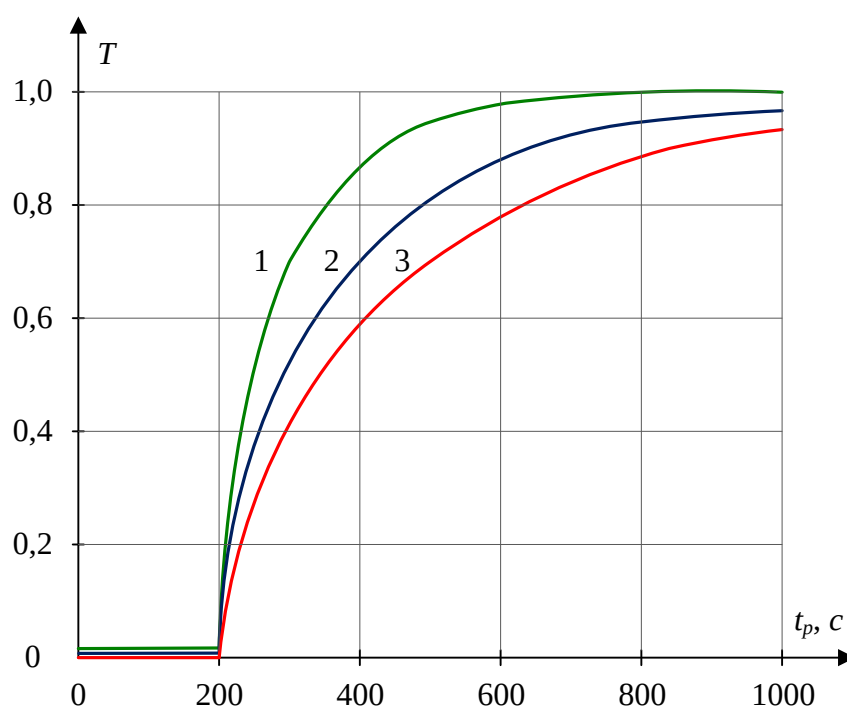


Рис. 4. Переходная характеристика системы управления:

1 – $\tau_c = 200$ с; $\tau_3 = 100$ с;

2 – $\tau_c = 200$ с; $\tau_3 = 200$ с;

3 – $\tau_c = 300$ с; $\tau_3 = 300$ с

Рассмотренный подход к моделированию процесса управления оперативными службами в системе централизованной вневедомственной охраны позволяет оценить вклад составляющих систему звеньев и определить пути их повышения.

Из выражения (9) следует, что повышение надежности управления и обеспечение выполнения неравенства должно достигаться уменьшением времени составляющих этапов τ_c и постоянной времени τ_3 .

Наиболее эффективным методом для этого представляется совершенствование нормативно-методического и технического обеспечения управления, позволяющего уменьшить затраты времени на всех этапах.

Литература

1. Павловская О.О. Методы определения параметров линейной математической модели человека-оператора // Вестник ЮУрГУ. № 7. 2007. С. 41-43.
2. Присняков В.Ф., Приснякова Л.М. Математическое моделирование переработки информации оператором человеко-машинных систем. М.: Машиностроение, 1990. 245 с.
3. Классификация математических моделей операторской деятельности. https://studopedia.ru/17_14830_deyatelnosti-operatora-modeli-operatora.html.

References

1. Pavlovskaja O.O. Metody opredeleniia parametrov lineinoi matematicheskoi modeli cheloveka-operatora (Methods for determining the parameters of a linear mathematical model of the human operator) // Vestnik IuUrGU. No 7. 2007. Pp. 41-43.
2. Prisniakov V.F., Prisniakova L.M. Matematicheskoe modelirovanie pererabotki informatsii operatorom cheloveko-mashinnykh sistem (Mathematical modelling of information processing by the operator man-machine systems). M.: Mashinostroenie, 1990. 245 p.
3. Klassifikatsiia matematicheskikh modelei operatorskoi deiatelnosti (Classification of mathematical models of operator performance) https://studopedia.ru/17_14830_deyatelnosti-operatora-modeli-operatora.html.