

УДК 614.8

СПЕЦИАЛИСТЫ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ КАК ЗВЕНО СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ

Кремень М.А., д.психол.н., профессор, Герасимчик А.П., к.психол.н., Богомаз О.В.
Командно-инженерный институт МЧС Республики Беларусь

e-mail: mail@kii.gov.by

Рассмотрены типы систем слежения, представлены их модели, принципиальные схемы, примеры деятельности специалистов по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций как звена следящей системы, а также динамическая модель действий, осуществляемых спасателем при ликвидации чрезвычайной ситуации.

The classes of tracking systems and their models are considered. Examples of activity of specialists in prevention and elimination of emergencies as a link of tracking system. are described. The dynamic model of actions by a rescuer during emergency elimination are presented in the article.

(Поступила в редакцию 12 января 2013 г.)

Слежение – это операция, которую выполняет множество людей, в том числе специалистов экстремальных видов деятельности, при исполнении своих профессиональных обязанностей. Например:

оператор, наводя противотанковый управляемый ракетный снаряд на движущийся танк, совмещает снаряд с целью по горизонту и по вертикали. Органом управления является рукоятка, обладающая двумя степенями свободы. Движения рукоятки вперед и назад смещают траекторию полета снаряда вниз и вверх, поперечные движения – вправо и влево;

космонавт, выполняя стыковку корабля с космической станцией, ориентирует корабль в пространстве в нужное положение, поворачивая его относительно двух взаимно перпендикулярных осей.

В перечисленных ситуациях человек выполняет операцию слежения, взаимодействуя с динамическим объектом.

Чрезвычайная ситуация (ЧС), как правило, также представляется как сложный динамический объект, так как специалист по ее ликвидации должен не только отслеживать ее развитие, но и на основе опережающего отражения действительности осуществлять вероятностное прогнозирование возможного развития событий.

Операция слежения – это весьма важный и распространенный вид деятельности, исследования которого имеют две основные задачи. Во-первых, повысить эффективность выполнения человеком этой операции и, во-вторых, изучить динамические свойства самого человека как звена следящей системы. Многие специалисты МЧС в своей профессиональной деятельности самым непосредственным образом связаны с операцией слежения в процессе ликвидации ЧС, поэтому изучение динамических свойств спасателя как неотъемлемого звена процесса ликвидации ЧС является важным аспектом профессиональной подготовки спасателей, т.к. от этих свойств напрямую зависит уровень эффективности работы спасателя, а также время, затраченное на ликвидацию конкретной ЧС.

Перечисленные выше примеры слежения укладываются в первом приближении в одну структурную схему, представленную на рис. 1.

Все возможные разновидности операций слежения принято подразделять на два типа, отличающихся содержанием предъявляемой человеку информации: сопровождающие и компенсирующие. Выполняя сопровождающее слежение, человек видит и входной сигнал, и сигнал о текущем состоянии управляемого объекта. Задачи человека в том, чтобы

удерживать разность между этими сигналами вблизи нулевого значения. При компенсирующем слежении человек видит только разность между сигналами, т. е. ошибку, и решает ту же задачу.

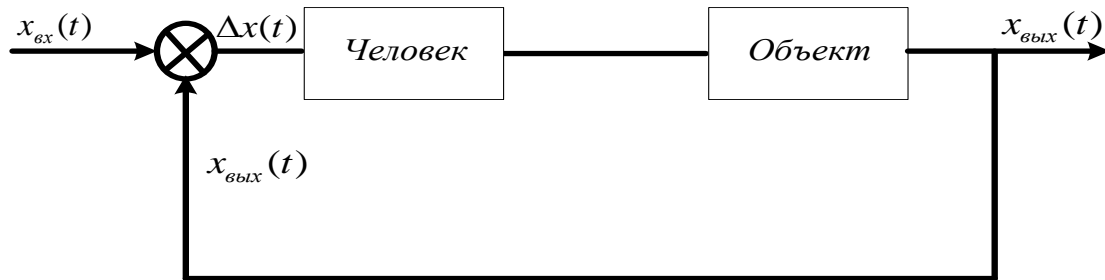


Рисунок 1 – Структурная схема слежения за объектом (процессом)

Различие между обоими типами слежения состоит в том, что человек при сопровождающем слежении воспринимает и реагирует на дополнительную информацию, содержащуюся во входном сигнале, чего нет при компенсирующем слежении.

Применительно к деятельности работников органов и подразделений по ЧС примером компенсирующего слежения может служить работа инспектора государственного пожарного надзора во время проведения пожарно-технического обследования объекта на наличие нарушений правил пожарной безопасности. Инспектор, опираясь на нормативные правовые акты системы противопожарного нормирования и стандартизации, представляет «идеальное (эталонное)» состояние объекта контроля, видит его текущее состояние и путем сравнения «идеального» и «реального» образов фиксирует наличие (либо отсутствие) нарушений на данном объекте. В случае же деятельности специалиста в области ликвидации ЧС тип слежения, который имеет место в процессе, к примеру, ликвидации пожара, относится к сопровождающему, так как специалист отслеживает изменяющуюся обстановку конкретной ЧС и выполняет необходимые исполнительские действия, направленные непосредственно на ликвидацию данной ситуации.

При моделировании сопровождающего слежения на экране имеются два подвижных индекса, один из которых изображает цель и перемещается в соответствии с законом изменения входного сигнала $x_{вх}(t)$, принятом в данном исследовании [1]. Движением второго управляет человек, то есть на него поступает выходная величина $x_{вых}(t)$ объекта управления (рис. 2).

При моделировании компенсирующего движения на экране также создается два индекса, но один из них неподвижен, а на второй поступает разность $x_{вых}(t) - x_{вх}(t)$. На рис. 3 представлена принципиальная модель компенсирующего типа слежения.

Под ошибкой $\Delta x(t)$ принято понимать разность между входным сигналом и выходной величиной (1):

$$\Delta x(t) = x_{вх}(t) - x_{вых}(t). \quad (1)$$

Выполняя сопровождающее слежение, человек получает информацию не только об ошибке слежения, но и относительно закона движения цели: информация может быть как зрительной, так и воспринимаемой через проприоцептивные связи. Информация, поступающая от проприоцепторов (элементов сенсорных органов, расположенных в мышцах, связках, суставных сумках и коже) позволяет человеку постоянно контролировать позу и точность произвольных движений, дозировать силу мышечных сокращений при противодействии внешнему сопротивлению, например, при ликвидации ЧС.

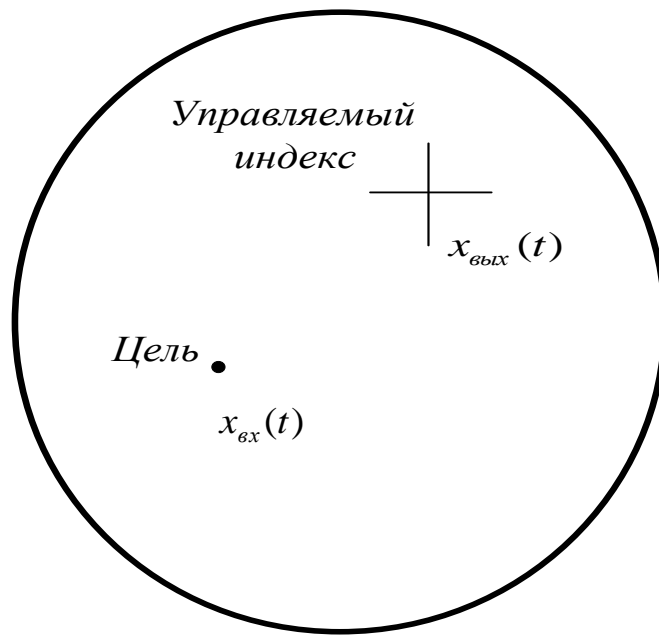


Рисунок 2 – Модель сопровождающего типа слежения

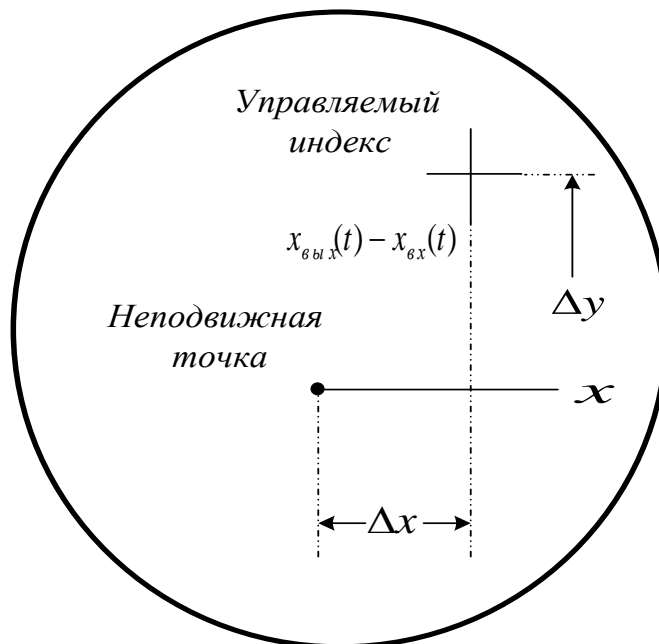


Рисунок 3 – Модель компенсирующего типа слежения

В исследованиях процесса слежения выделяют в качестве разновидности сопровождающего слежения так называемое слежение с предвидением, под которым понимается процесс, когда человек видит не только текущее положение цели, но и закон изменения этого процесса на некоторый отрезок времени вперед. Предвидение существенно изменяет условия деятельности человека. В процессе профессиональной подготовки специалистов в области ликвидации ЧС необходимо развивать у обучающихся способность

осуществлять слежение с предвидением, чтобы спасатель в процессе ликвидации уже реальной ЧС мог предвидеть дальнейший ход развития событий на несколько шагов вперед и своевременно принять решение, адекватное складывающейся обстановке, скорректировать собственные действия.

Принципиальная методологическая позиция, сложившаяся в отечественной психологии, может быть сейчас сформулирована так: вся совокупность психических явлений представляет собой систему различных форм и уровней субъективного отражения человеком объективной действительности. Отражательная природа психики – ее наиболее общая и существенная характеристика.

Психическое отражение, являясь субъективным, не только не противостоит действительности (более широко – активности), но необходимо включено в нее, составляет ее внутреннее содержание. Деятельность, лишенная психического (субъективного) отражения, если бы такое можно было себе представить, не более чем набор механически выполняемых операций. Выполнение деятельности требует субъективного отражения реальности.

Отражение определяет уровень организации деятельности: чем более полно и адекватно субъект деятельности отражает окружающее, тем большими возможностями в выполнении деятельности он обладает [2].

Проведенный нами анализ информации о деятельности человека в режиме слежения за различными входными сигналами, в различных условиях (в том числе и экстремальных), «вслепую» (при исчезновении входной информации) и т. д. приводит к заключению о регулирующей роли динамического образа при выполнении операций слежения.

Динамические образы (ДО) – это образы пространственно-временных структур, при помощи которых течение процессов воспроизводится во внутреннем субъективном времени. Осуществлять точное (синхронное) слежение возможно тогда, когда временная развертка ДО осуществляется на основе опережающего отражения динамики прослеживаемого процесса, что позволяет компенсировать запаздывания, обусловленные нервно-мышечной системой и динамикой управляемого объекта.

Опережающее отражение определяет одну из важнейших характеристик человека – способность предвидеть ход контролируемых событий, благодаря чему человек имеет возможность, с одной стороны, предупреждать появление нежелательных ситуаций, а с другой – заблаговременно подготавливать адекватные реакции на возникновение тех или иных обстоятельств. Предвидение хода событий является, в сущности, их опережающим отражением в сознании в форме динамических образов. При ликвидации ЧС спасатель должен предвидеть вероятные изменения основных параметров ЧС, для того, чтобы предотвратить возможное развитие событий путем оперативного и эффективного реагирования на них. Таким образом, опережающее отражение для специалистов по ликвидации ЧС является одной из важнейших способностей, которую необходимо системно развивать, так как от этого во многом зависит исход, социальные и экономические последствия ЧС.

Хорошим примером деятельности операторов на основе ДО является слежение с экстраполяцией за движущейся целью. При этом об экстраполяции мы говорим в тех случаях, когда в процессе слежения по тем или иным причинам информация от цели перестает поступать к оператору, и он начинает руководствоваться в своих действиях исключительно ДО движущейся цели, сложившимся в его сознании при слежении за целью в доэкстраполяционном периоде.

В деятельности спасателя практически нет ситуаций, в которых вероятностное прогнозирование не играло бы существенной роли. Что бы ни делал человек, в его голове всегда имеется образ предстоящего будущего. Для любой деятельности справедлива формула поведения «видеть, предвидеть, действовать».

Характер вероятностного прогнозирования связан с деятельностью субъекта – с его потребностями, целями, с его возможностями воздействовать на среду и на свое положение в ней, влиять на ход событий.

Человек, как и все живые организмы, оказался способным воспроизводить не только непосредственные воздействия извне, со стороны среды, но и такие события, которые в действительности еще не произошли, но произойдут в будущем.

Психологический процесс восприятия человеком информации об окружающей действительности получил название отражения. Через ощущения спасатель воспринимает информацию, и на этой основе в его мозгу создаются целостные образы окружающих его объектов восприятия. Следует подчеркнуть, что психическое восприятие не является пассивным слепком внешнего мира.

Получая информацию об окружающем мире, человек регулирует свои действия в соответствии с психическим образом, формируемым им на основе анализа этих отражений. При формировании психического образа основное положение занимает зрительная составляющая восприятий, также входят составляющие от всех видов рецепторов.

Применительно к деятельности специалиста по ликвидации ЧС описанный выше психический образ может быть назван «образом ЧС».

Для формирования образа ЧС используется инструментальная и неинструментальная информация (под инструментальной информацией мы понимаем информацию, которую спасатель получает при помощи приборов и информативных документов; под неинструментальной – степень задымления, уровень шума, вибрации, интенсивность теплового излучения и т.д.). Их роль неодинакова для различных этапов ликвидации ЧС.

В исследованиях процесса слежения выделяют в качестве разновидности сопровождающего слежения так называемое слежение с предвидением, при котором человек видит не только текущее положение цели или, в общем случае, текущее значение входного сигнала, но и закон изменения этого сигнала на некотором отрезке времени вперед. Предвидение повышает точность слежения.

Имеется несколько типов слежения, являющихся важными в прикладном отношении, так как на этих типах чаще всего выполняются исследования слежения. К ним относятся: система слежения по положению, система слежения по скорости, система слежения по ускорению и система, которая названа комбинированной.

Система слежения по положению содержит простое усилительное звено – K_p (рис. 4).

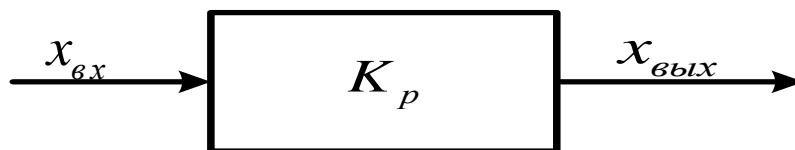


Рисунок 4 – Схема системы слежения по положению

Следовательно, его выходная величина $x_{вых}(t)$ равна произведению входной величины $x_{вх}(t)$ на коэффициент усиления K_p (2):

$$x_{вых} = K_p x_{вх}, \quad (2)$$

где K_p – коэффициент усиления по положению.

Таким образом, система ручного слежения по положению – это сочетание человека с усилительным звеном.

Система слежения по скорости содержит интегрирующее звено $-\frac{K_v}{p}$ (рис.5).

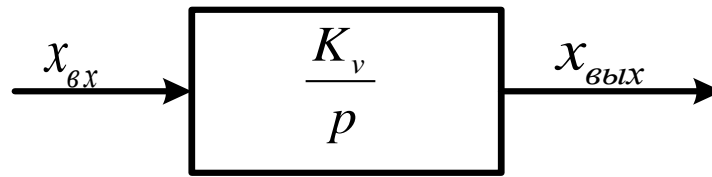


Рисунок 5 – Схема системы слежения по скорости

Ее выходная величина равна (3):

$$x_{\text{вых}} = \frac{K_v}{p} x_{\text{вх}}, \quad (3)$$

где K_v – коэффициент усиления по скорости.

Такое сочетание человека и интегрирующего звена занимает важное место в технике. Коэффициент усиления для этой системы – величина переменная, она растет пропорционально скорости.

Когда человек выполняет слежение по ускорению, то (рис. 6):

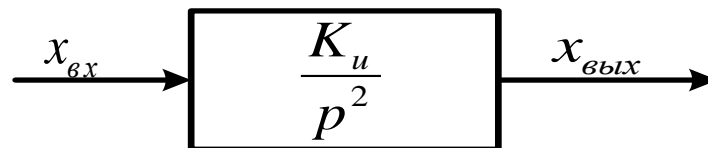


Рисунок 6 – Схема системы слежения по ускорению

Его выходная величина равна (4):

$$x_{\text{вых}} = \frac{K_u}{p^2} x_{\text{вх}}. \quad (4)$$

Множитель $\frac{K_u}{p^2}$ указывает, что система слежения по ускорению содержит двойное интегрирующее звено.

Комбинированная система появилась как средство повышения точности слежения. Она представляет собой сочетание систем слежения по положению (K_p) и по скорости $\frac{K_v}{p}$ (рис. 7).

Формально представленную функцию комбинированной схемы можно получить как сумму передаточных функций, параллельных цели, и тогда (5):

$$x_{\text{вых}} \left(K_p + \frac{K_v}{p} \right) x_{\text{вх}}, \quad (5)$$

где, как и ранее, K_p и K_v – коэффициенты усиления цели слежения по положению и цели слежения по скорости.

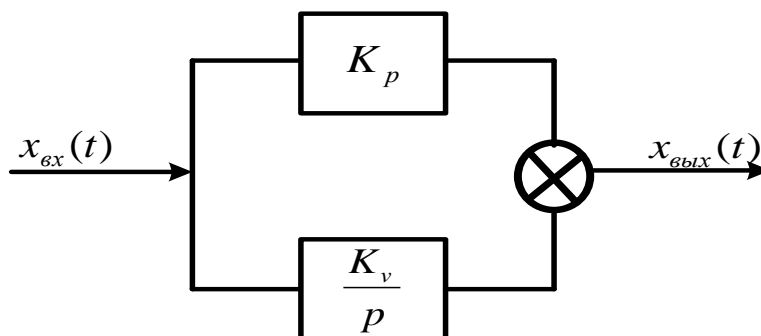


Рисунок 7 – Схема комбинированная система слежения

Существует ряд объектов управления, не укладывающихся в рамках рассмотренных четырех простейших типов. Сюда относятся, прежде всего, объекты, в динамических свойствах которых существенную роль играет инерционность. Динамика действий, осуществляемых спасателем, представляется в виде динамической модели, осуществляющей взаимосвязь между входной информацией и исполнительскими действиями при ликвидации ЧС (рис. 8).

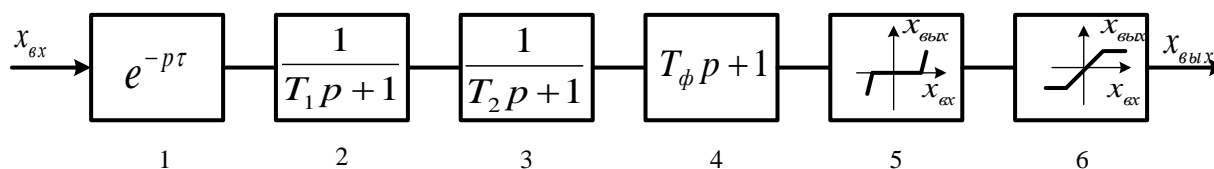


Рисунок 8 – Динамическая модель действий, осуществляемых спасателем

где p – оператор преобразования Лапласа;

- 1 – запаздывающее звено, характеризующее процесс восприятия информации с запаздыванием τ ;
- 2 – информационное звено, описывающее процесс принятия решения;
- 3 – информационное звено, описывающее процесс нервно-мышечного воздействия на исполнительные устройства;
- 4 – форсирующее звено, демонстрирующее, что человек действует не только по отклонению, но и по скорости изменения этого отклонения;
- 5 – нелинейное звено – характеризует отсутствие реакций на очень слабые сигналы;
- 6 – нелинейное звено – характеризует факт поддержания постоянной скорости ликвидации рассогласования при достаточно большом его значении.

Таким образом, учитывая то обстоятельство, что специалисты по предупреждению и ликвидации ЧС выступают в роли звена следящей системы, для повышения уровня их профессионализма целесообразно провести исследования по следующим вопросам:

обучение в сфере предупреждения и ликвидации ЧС путем формирования оперативных динамических образов с использованием опорных точек;

выявление роли динамического образа ЧС в формировании исполнительской деятельности по ее ликвидации;

выявление эффективности исполнительских действий при различной входной информации, как инструментальной, так и неинструментальной;

установление влияния различных факторов (звуковых помех, изменяющегося бараметрического давления, различных возрастных групп и т. д.) на эффективность исполнительских действий;

рассмотрение особенностей совмещенной деятельности при ликвидации ЧС;

рассмотрение особенностей вероятностного прогнозирования развития событий при ликвидации ЧС в условиях исчезновения внешней информации о текущем состоянии процесса;

разработка метода формирования динамического образа ликвидации ЧС на моделях различных типовых объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Красовский, А.А., Основы автоматики и технической кибернетики / А.А. Красовский, Г.М. Поспехов ; под ред. А.А. Красовского. – М.-Л. : Госэнергоиздат, 1962. – 600 с.
2. Кремень, М.А. О возможности определения характеристик человека-оператора методами теории автоматического управления / М.А. Кремень // Проблемы инженерной психологии. – 1966. – № 4. – С 41–47.