

# КОНЦЕПЦИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЦЕНТРА УПРАВЛЕНИЯ В КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЯХ КАК СЛОЖНОЙ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

**А.Ю. Иванов, доктор технических наук, профессор;**

**А.Г. Клавдеев;**

**С.А. Петросян.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Представлены общие положения по оценке эффективности функционирования центра управления в кризисных ситуациях. Дан краткий обзор существующих научных подходов к оценке эффективности. Рассмотрены особенности оцениваемых объектов как человеко-машинных систем. Обозначена проблема разработки инструментария оценки эффективности функционирования центра управления в кризисных ситуациях.

*Ключевые слова:* центр управления в кризисных ситуациях, автоматизированная система, эффективность, эргатическая система

## CONCEPT OF EVALUATING THE EFFECTIVENESS FUNCTIONING CONTROL CENTER IN CRISIS SITUATIONS AS COMPLEX ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL SYSTEM

A.Yu. Ivanov; A.G. Klavdeev; S.A. Petrosyan.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article presents general provisions for the of the effectiveness functioning of the Control center in crisis situations. A brief review of existing scientific approach to the evaluation of efficiency. Peculiarities of the evaluated objects like a human and machine systems. Identified the problem in the development of tools for evaluation of efficiency of functioning of the Control center in crisis situations.

*Keywords:* control center in crisis situations, automated system, efficiency, ergatic system

Предотвращение чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и/или техногенного характера, а также ликвидация их последствий требуют создания и применения комплексных систем, обеспечивающих выполнение следующих требований [1]:

- способность к наблюдению, анализу и оценке риска возможной ЧС;
- наличие единой информационной системы, гарантирующей ситуационную компетентность в реальном масштабе времени;
- точное распределение обязанностей всех уровней управления;
- эффективное использование доступных ресурсов и др.

Организационную основу системы антикризисного управления, обеспечивающую адекватное реагирование на существующие и новые угрозы ЧС природного и техногенного характера, составляют центры управления в кризисных ситуациях (ЦУКС) МЧС России. В состав системы управления включены: национальный ЦУКС МЧС России, ЦУКС региональных центров (РЦ), ЦУКС главных управлений (ГУ) МЧС России по субъектам Российской Федерации [2, 3].

Указанная система ЦУКС различных уровней иерархии с технологических позиций представляет собой территориально-распределенный информационно-управляющий комплекс с периферийными элементами, позволяющий полностью управлять силами

и средствами Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) и гражданской обороны (ГО) как в режиме повседневной деятельности, так и в условиях ЧС.

Каждый ЦУКС имеет свою зону ответственности в субъектах Российской Федерации и осуществляет управление подчиненными силами и средствами при ЧС. При этом с кибернетических позиций основной функцией центра управления является выработка решений по управлению.

Процессы подготовки вариантов решений по координации действий и управлению в ЧС, а также при переводе сил и средств ГО с мирного на военное положение обеспечиваются системой поддержки принятия решений (СППР).

Задачи СППР делятся на три основных класса [2]:

- прогнозирование обстановки;
- контроль и оценка обстановки;
- подготовка данных для принятия решения и планирования его реализации.

При этом задачи прогнозирования обстановки обеспечивают получение данных обстановки на основе проведения расчетов по специальным алгоритмам (методикам), использующим минимум исходных данных.

Задачи контроля и оценки обстановки обеспечивают сопоставление данных, полученных из различных источников, друг с другом, а также с результатами прогнозирования, определение степени достоверности обобщенной информации с учётом её неполноты и неопределённости, сопоставление обобщенных данных обстановки и данных о ходе проводимых мероприятий с запланированными показателями.

Задачи подготовки данных для принятия решения и планирования его реализации обеспечивают определение требуемого состава, сроков проведения и объемов планируемых мероприятий, расчет рационального состава необходимых для осуществления выбранных мероприятий сил и средств, а также планов их применения.

СППР функционирует в двух режимах: повседневной деятельности и ЧС. Разделение функций между режимами осуществляется по следующему принципу: все трудоемкие операции, связанные с информационным наполнением системы данными, выполняются в повседневном режиме; в оперативном режиме выполняются только вычислительно эффективные операции, в первую очередь, по использованию накопленных в системе данных в конкретной ситуации.

СППР функционирует в рамках следующих основных процессов:

- заблаговременное прогнозирование и оценка развития возможных ЧС как без учета, так и с учетом проведения соответствующих мероприятий по предупреждению, локализации и ликвидации ЧС;
- создание и ведение базы оперативных ситуационных планов действий в возможных ЧС;
- моделирование хода и результатов мероприятий с целью оценки эффективности планов;
- оперативный прогноз и оценка сложившейся обстановки при возникновении ЧС, разработка варианта плана мероприятий с использованием базы ситуационных планов.

В результате формируется конкретный ситуационный план ликвидации ЧС, обладающий высокой степенью практической применимости, устойчивостью к возможным отклонениям обстановки и обоснованностью принятых в нем решений.

В условиях скоротечности возникновения и протекания ЧС, необходимости сбора и анализа больших объемов информации, ограничения времени на принятие решений и выполнения требований по их обоснованности ручные методы управления не могут обеспечить высокую эффективность принимаемых решений. Выход из такого положения наблюдается на пути автоматизации процессов управления.

Автоматизированная система (АС) ЦУКС представляет собой организационно-техническое объединение комплексов средств автоматизации (КСА), соединенных сетью передачи данных (СПД), и предназначена для обеспечения управления с требуемой эффективностью в условиях всех видов воздействия. Под КСА понимают совокупность сил

и средств автоматизации, расположенных на ЦУКС различных уровней иерархии. Сеть передачи данных состоит из коммутационных узлов, соединенных между собой каналами передачи данных (КПД).

Место АС в системе управления в ЧС и взаимосвязи ее элементов показаны на рисунке.

В процессе функционирования АС выполняет следующие функции:

- прием команд и распоряжений от вышестоящих органов управления МЧС России;
- формирование и передача докладов и донесений в вышестоящие органы управления МЧС России;
- сбор и обработку данных об обстановке в зоне ЧС и о состоянии подчиненных сил и средств МЧС России;
- решение информационных и расчетных задач в интересах управления;
- формирование и передачу команд и распоряжений по управлению силами и средствами МЧС России.

Результативность действий сил и средств МЧС России в зоне ЧС в существенной степени определяется эффективностью управления. В таком случае оценка эффективности выступает неотъемлемой частью мероприятий по совершенствованию управленческой деятельности ЦУКС.

По своей сущности задача оценки эффективности относится к классу задач анализа и состоит в нахождении характеристик исследуемой системы в зависимости от ее структуры и параметров элементов.

Цель оценки эффективности состоит в создании научно-обоснованных рекомендаций, подтвержденных количественными характеристиками, для выработки организационно-технических решений на построение системы и управление ею при функционировании.

С помощью оценки эффективности решаются следующие задачи:

- определение требований к системе;
- прогнозирование основных характеристик разрабатываемой (функционирующей) системы;
- выбор рационального варианта системы (частных решений) при ее разработке и применении;
- определение степени соответствия системы предъявляемым требованиям;
- выявление «узких» мест в организации системы с целью ее модернизации.

Решение названных задач должно происходить на всех стадиях жизненного цикла системы. На ранних стадиях, связанных с исследованием потребности в создании новых объектов и их проектированием, в полной мере могут решаться все обозначенные задачи или их большинство. С переходом к поздним стадиям, включающим изготовление, поставку, развертывание, применение по назначению, свертывание, доминирующую роль играют три последние задачи.

В основе оценки эффективности лежат следующие принципы, которыми надлежит руководствоваться во избежание получения необъективных результатов:

- принцип системного подхода, согласно которому оцениваемая система рассматривается как сложное образование, состоящее из разнообразных элементов, и, в то же время, как составная часть метасистемы, имеющая свою цель функционирования и находящаяся в развитии;
- принцип единства методологии, который устанавливает необходимость использования одних и тех же подходов и методов для сравнительной оценки как различных систем (вариантов системы), так и результатов функционирования одной системы в различные моменты времени;
- принцип комплексного использования различных методов исследования для оценки эффективности;
- принцип интерпретируемости результатов оценки, то есть представления их в общепринятой форме или в терминах предметной области лица, принимающего решение (ЛПР).

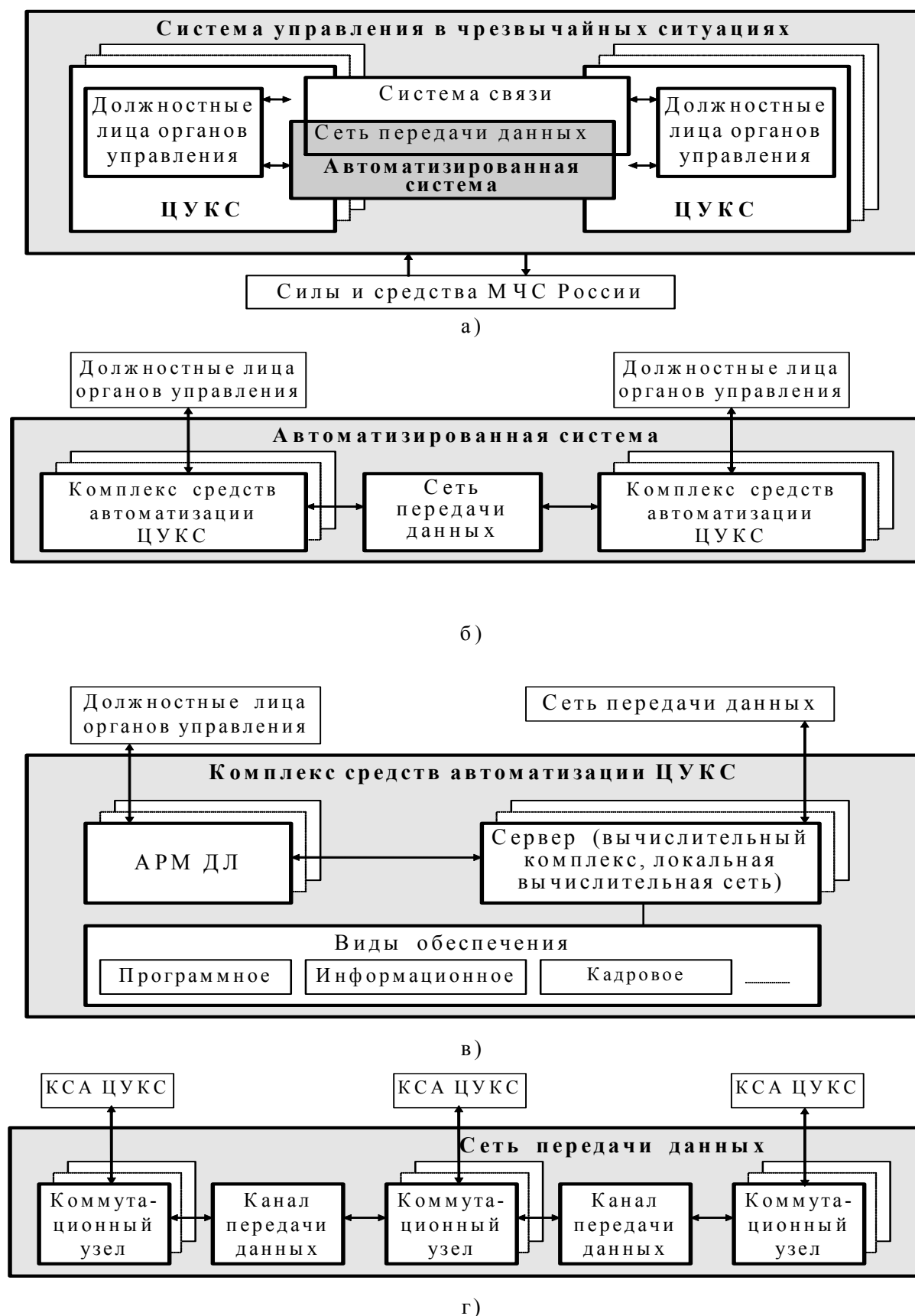


Рис. Автоматизированная система ЦУКС и ее основные элементы: а) место АС в системе управления МЧС России; б) обобщенная структура АС; в) обобщенная структура комплекса средств автоматизации ЦУКС; г) обобщенная структура сети передачи данных

Оценка эффективности систем проводится ретроспективно или прогностически. В первом случае оцениваемая система существует в природе и известны результаты выполнения ею операций. Для перспективных систем оценка носит характер прогноза.

Эффективность системы может быть оценена на эмпирическом или теоретическом уровнях. При оценке на первом уровне основную роль играют знания, опыт и интуиция лица, проводящего оценку. При переходе ко второму уровню основу процессов оценки составляет применение разнообразного аппарата научных исследований.

При оценке эффективности систем на теоретическом уровне в настоящее время выделяют два основных подхода, называемых внешним и внутренним (объективным и субъективным). Их суть состоит в следующем [4].

При внешнем подходе исследуемая система ( $S$ ) рассматривается как элемент метасистемы ( $MS$ ), а ее эффективность оценивается через эффективность последней. При этом из двух вариантов системы  $S$  предпочтение отдается тому, при котором эффективность метасистемы выше, то есть если  $U(MS|S_1) > U(MS|S_2)$ , то вариант  $S_1$  предпочтительнее  $S_2$  ( $S_1 \succ S_2$ ), где  $U(MS|S_i)$  – критерий эффективности метасистемы при условии, что принят вариант  $S_i$  ( $i=1,2$ ).

Использование внешнего подхода предполагает последовательное решение задач, определяемых этапами оценки. Этими этапами являются:

- определение критерия эффективности метасистемы;
- разработка математической модели метасистемы, учитывающей в качестве параметров показатели, характеризующие процесс функционирования исследуемой системы;
- разработка математических моделей для расчета названных показателей.

Несомненным достоинством внешнего подхода следует считать высокую степень объективности результатов оценки (что закреплено в одном из вариантов его названия) и доверия к ним со стороны ЛПР. Основным недостатком, препятствующим широкому использованию внешней оценки, является сложность реализации. Она связана с неоднозначностью выбора критерия эффективности метасистемы и трудоемкостью построения ее модели, входными переменными которой служат элементы множества показателей исходов операций, реализуемых исследуемой системой.

При внутреннем подходе исследуемая система ( $S$ ) рассматривается как самостоятельная, а к её выходу (исходу реализуемой операции) вышестоящей системой ( $MS$ ) предъявлен ряд требований, удовлетворение которых является целью функционирования системы  $S$ . Выделяются свойства системы, существенные с точки зрения достижения цели операции, и по этим свойствам оценивается исход реализуемой операции. Количественной мерой соответствия исхода операции цели по отдельно взятому свойству (требованиям, предъявленным метасистемой) является показатель эффективности. Критерий эффективности определяется как некоторая функция (функционал) от показателей эффективности системы  $U(S) = \Psi[U_i(S)]$ ,  $i = \overline{1, n}$ , где  $U_i(S)$  – показатель эффективности по некоторому свойству и правило выбора на множестве значений функции (функционала),  $n$  – число показателей.

Методология оценки эффективности при внутреннем подходе следующая:

- определение состава показателей эффективности;
- разработка моделей (методик) для расчета значений выбранных показателей;
- построение критерия эффективности системы.

Поскольку внутренний подход в определенной мере выступает альтернативой внешнему, то достоинства и недостатки подходов меняются местами. Действительно, проблема реализации внутренней оценки существенно снижается, в то время как преимущества рекомендуемого варианта системы не всегда являются очевидными для ЛПР.

Однако на практике реализационный аспект становится доминирующим. Поэтому решение первоочередных задач оценки эффективности целесообразно строить

на применении внутреннего подхода. Его использование не предполагает нарушения принципа системного подхода и полной изоляции рассматриваемой системы, так как требования к ней в итоге формируются со стороны метасистемы и их выполнение не может не приводить к повышению эффективности последней.

В дальнейшем, по мере изучения особенностей функционирования изучаемой системы на моделях и накопления банка моделей для исследования сложных систем, возможен переход к внешней оценке эффективности.

К настоящему времени сформирован научный задел и накоплен определенный опыт оценки эффективности сложных, в основном технических, систем [5, 6]. Тем не менее не все имеющиеся наработки могут быть использованы для проведения оценки эффективности функционирования ЦУКС, поскольку эти объекты представляют собой организационно-технические системы. Следовательно, эффективность управления в значительной степени зависит от действий должностных лиц. Поэтому многочисленные формальные модели для расчета значений показателей эффективности управления не применимы в рассматриваемой предметной области в силу того, что они не учитывают так называемое «эргатическую» составляющую ЦУКС.

В первоначальном значении эргатическая система – схема производства, одним из элементов которой является человек или группа людей [7]. Основными особенностями таких систем являются социально-психологические аспекты.

Наряду с недостатками (присутствие «человеческого фактора»), эргатические системы обладают рядом преимуществ, таких как нечеткая логика, эволюционирование, принятие решений в нестандартных ситуациях и т.д.

В настоящее время эргатические системы широко распространены. Примерами таких систем являются система управления блоком электростанции, система управления самолетом, диспетчерская служба аэропорта, вокзала и т.п. Эргатические системы нашли своё применение на объектах, где вмешательство человека в работу объекта на сегодняшний день является необходимым условием обеспечения надежной и эффективной работы данных объектов.

Несомненно, ЦУКС относится к числу эргатических систем, поскольку, несмотря на широкое внедрение средств автоматизации управления, основную роль в процессе функционирования центра играют должностные лица. Именно на них лежит ответственность (в том числе и юридическая) за принятие решений в ЧС. Поэтому оценка эффективности функционирования ЦУКС должна проводиться с позиции его представления как автоматизированного информационно-управляющего комплекса с учетом разнообразных видов обеспечения: технического, программного, информационного и других, включая эргатическое обеспечение. При этом следует разграничить традиционно используемое понятие «кадровое» обеспечение и эргатическое. При оценке эффективности ЦУКС кадровое обеспечение должно рассматриваться в аспекте укомплектованности центра специалистами необходимой профессиональной ориентации и их квалификации как своеобразная статическая составляющая «человеческого фактора». Напротив, учет эргатического обеспечения призван обозначить динамическую составляющую, показать, насколько результативны действия должностных лиц при управлении подчиненными силами и средствами.

Поведение отдельных должностных лиц, а также и их коллективов при решении ими функциональных задач по должностному предназначению, в критических и нестандартных ситуациях не всегда может быть адекватно описано с позиций прикладных математических дисциплин, например, исследования операций. В определенной степени этим объясняется факт отсутствия приемлемых моделей для оценки эффективности человеко-машинных систем. Такое положение дел обуславливает возникновение проблемной ситуации, связанной с оценкой эффективности функционирования ЦУКС. Разработка модельно-методического аппарата такой оценки способна в теоретическом плане внести вклад в формирование научных основ исследования сложных организационно-технических систем,

а в аспекте практического применения – выработать научно-обоснованные рекомендации по совершенствованию структурно-функциональной организации ЦУКС.

### **Литература**

1. Горшков В.С. Модели и методики построения распределенных информационных хранилищ автоматизированных систем МЧС России: дис. ... канд. техн. наук. СПб.: С.-Петерб. ун-т ГПС МЧС России, 2010.

2. Концепция создания Национального центра управления в кризисных ситуациях. М.: МЧС России, 2005. 35 с.

3. Национальный центр управления в кризисных ситуациях. Эскизно-техническое задание. М.: МЧС России, 2005. 54 с.

4. Волков П.И., Иванов А.Ю., Иванов Е.В. Построение критерия эффективности систем автоматизации управления. СПб.: ВАС, 1989. 74 с.

5. Системный анализ и принятие решений / В.И. Антюхов [и др.]; под ред. В.С. Артамонова. СПб.: С.-Петерб. ун-т ГПС МЧС России, 2009. 318 с.

6. Анфилатов В.С., Емельянов А.А., Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении: учеб. пособие. М.: Финансы и статистика, 2002. 386 с.

7. Эргатическая система // Википедия – свободная энциклопедия. URL: <https://ru.wikipedia.org> (дата обращения: 10.12.2014).