

СИСТЕМОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЦЕЛЕЙ И ЗАДАЧ СИСТЕМЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛОКАЛИЗАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

ГИРЕНКО П.И., ПЕТРОВ Э. Г.
(Системы и процессы управления)

Сформулирована глобальная цель системы, проведена ее структуризация по затратам на функционирование и потерям за счет ЧС. Установлена взаимосвязь затрат и потерь, определены пути достижения цели системы, синтезированы критерии оценки эффективности их достижения.

В последние десятилетия во всем мире наблюдается непрерывное увеличение числа техногенных и природных катастроф и чрезвычайных ситуаций (ЧС) с одновременным ростом обусловленных ими социальных и экономических потерь. Указанную тенденцию для техногенных ЧС можно объяснить непрерывным усложнением технологических процессов, стремлением повысить их эффективность за счет использования критических режимов, ростом концентрации и единичной мощности оборудования, интенсификацией всех процессов. В целом это приводит к усложнению процессов управления, повышению вероятности отказов оборудования и ошибок операторов. С другой стороны, рост плотности населения, повышение ценности земли приводит к заселению и хозяйственному использованию рискованных зон - сейсмо-, цунами-, лавиноопасных, геологически и гидрологически неблагоприятных территорий. В сочетании с интенсивным демографическим и техногенным давлением на окружающую среду это приводит к росту природных ЧС [1].

В этих условиях многие страны, в том числе Украина, создают национальные системы предупреждения и локализации ЧС. Настоящая статья посвящена системологическому анализу целей такой системы, путей их достижения и задач, которые необходимо для этого решать на региональном (областном) уровне

Глобальной целью региональной системы предупреждения и локализации ЧС является минимизация суммарных социально-экономических потерь за счет ЧС. Эти потери состоят из следующих компонент.

1. Затраты на создание и поддержание в работоспособном состоянии системы предупреждения, локализации и ликвидации последствий ЧС. Это капитальные и эксплуатационные затраты на создание региональной, территориально-распределенной организационной специализированной системы, обучение и содержание кадров, создание и хранение запасов специальных материально-технических ресурсов.
2. Затраты на предупреждение (профилактику) ЧС.
3. Социально-экономические потери, обусловленные возникновением и развитием ЧС.

4. Затраты на локализацию ЧС, т.е. затраты на целенаправленные действия направленные на ликвидацию или ограничение развития источника ЧС, уменьшение социально-экономического ущерба.
5. Затраты на ликвидацию последствий ЧС, т.е. затраты на восстановление пострадавших объектов хозяйственной деятельности и условий жизнедеятельности населения.

Обозначим каждую из перечисленных компонент

затрат через C_1, C_2, \dots, C_n . Тогда глобальную цель системы можно записать в виде

(1)

Слагаемые функции (1) взаимосвязаны между собой и имеют противоречивый характер. Очевидно, что увеличение затрат на повышение эффективности системы (C_1) и профилактики (C_2) определяют, при условии их эффективного использования, тенденцию к уменьшению числа (особенно техногенных) и социально-экономических последствий ЧС. Качественный характер этой зависимости показан на рис. 1. Как видно из графика, в общем случае существует некоторый оптимальный уровень затрат C^0 обеспечивающий минимум суммарных потерь P . Положение глобального оптимума C^0 уникально для каждой области, так как связано с количеством и характеристиками источников потенциальной опасности, площадью, плотностью населения, интенсивностью техногенного и экологического давления на окружающую среду.

Рис.1. Зависимость суммарных потерь от затрат на систему

Определение значений C^0 как для регионов, так и в национальном масштабе представляет большой интерес, как идеализированная цель развития и совершенствования системы. Поэтому разработка моделей указанного класса представляет большой практический интерес.

Обозначим суммарные затраты на систему и профилактику

$$C = C_1 + C_2, \quad (2)$$

а возможные потери

$$P = C_3 + C_4 + C_5. \quad (3)$$

Очевидно, что в реальных условиях для любого планового периода анализа, будет существовать ограничение

$$C \leq C_n, \quad (4)$$

где C_n - плановый уровень ассигнований, при этом в подавляющем большинстве случаев $C_n \leq C^0$.

С учетом (4) глобальную цель (1) можно записать в виде

$$P = \min_{C \leq C_n} (C_3 + C_4 + C_5), \quad (5)$$

что означает, что необходимо создать такую систему, которая при любом уровне задания ограниченных финансовых и материально-технических ресурсов C обеспечит минимизацию социально-экономических потерь за счет ЧС. Достижение указанной цели связано прежде всего с созданием эффективной организационной структуры управления процессами локализации и ликвидации ЧС. Для определения ее задач рассмотрим пути достижения глобальной цели (5).

Достижение цели (5) возможно двумя путями:

- уменьшение числа ЧС всех видов;
- минимизация суммарных потерь P в случае возникновения конкретной ЧС.

Отметим, что первый путь связан с решением задач предупреждения (профилактики) ЧС. В каждом конкретном случае это связано с разработкой и реализацией узкоспециальных мероприятий. Таких, например, как совершенствование технологий, создание систем аварийной защиты, повышение технологической дисциплины, обучение кадров и т.д. Очевидно, что квалифицированно эти мероприятия можно спланировать и реализовать только на отраслевом (ведомственном) уровне, а контроль за их уровнем и оценку достаточности должны осуществлять функционально - специализированные органы, такие, например, как пожарная охрана, службы: метрологии, радиационной и карантинной безопасности, котлонадзора и т.д. В стране создана достаточно эффективная система таких органов, поэтому задача уменьшения числа ЧС не входит в функцию системы. В этом случае важной является функция информационного взаимодействия со специальными службами и непосредственно с объектами для получения информации об источниках потенциальной опасности различных видов, вероятности возникновения ЧС, мощности возможного воздействия, его последст-

вий и выработка на этой основе мероприятий по локализации и ликвидации последствий ЧС в случае их возникновения. Таким образом, служба ЧС является уникальной специализированной организацией ориентированной на разработку и реализацию технологий локализации и ликвидации последствий ЧС любого вида. В этом же плане должна проводиться и профилактическая работа, которая заключается в разработке стандартных ситуационных планов локализации различных ЧС, подготовка кадров, информирование и обучение населения и т.д. Таким образом, основным путем достижения цели (5) является минимизация суммарных потерь P в случае возникновения ЧС.

Проведем более подробный анализ составляющих суммарных потерь P и установим их взаимосвязь.

Рассмотрим зависимость обобщенных социально-экономических потерь за счет ЧС в зависимости C_3 от времени ее неконтролируемого развития. В общем случае, не зависимо от вида ЧС, функция

$$C_3 = F(t) \quad (6)$$

может быть представлена S-образной кривой (кривая А на рис. 2).

Рис. 2. Зависимость потерь от времени неконтролируемого развития ЧС

На рис.2 момент времени $t_{сл}$ соответствует времени самолокализации (прекращения развития) ЧС, без целенаправленного вмешательства. Например, прекращению пожара в результате сгорания всех горючих материалов, естественное окончание паводка, испарение и рассеивание до безопасного уровня разлитого ядовитого вещества и т.д. Значение C_3^M соответствует ущербу, который принесет ЧС на момент самолокализации. Конкретный вид и характеристики ЧС изменяют только значения $t_{сл}$ и C_3^M , но не качественный вид зависимости.

Уменьшение потерь за счет ЧС может быть достигнуто проведением целенаправленных мероприятий по его локализации. Обозначим время локализации ЧС через $t_{л}$. Очевидно, что $t_{л} \leq t_{сл}$ и чем оно меньше, тем однозначно меньше потери

C_3^L . Кроме того целенаправленное вмешательство в развитие ЧС с целью ее локализации изменяет характер роста потерь (кривая Б на рис. 2). На этой кривой момент $t_{нл}$ - начало мероприятий по локализации ЧС. Таким образом одной из задач системы является минимизация времени локализации ЧС, т.е.

$$t_{кл} \rightarrow \min \quad (7)$$

Уровень затрат на ликвидацию последствий ЧС однозначно определяется уровнем и структурой ущерба нанесенного ЧС на момент локализации, т.е. уровнем C_3^L . Таким образом, переменные C_3 и C_5 изменяются согласованно и для минимизации C_5 , аналогично C_3 , необходимо минимизировать время $t_{кл}$ (7).

Локализация ЧС требует некоторых затрат сил, средств, ресурсов. Величина этих затрат обозначена C_4 . Она зависит от двух факторов:

- времени начала локализации ЧС;
 - эффективности плана локализации.
- Первое объясняется тем, что в общем случае динамики развития любого ЧС может быть описана кривой, приведенной на рис. 3.

Рис. 3. Динамика развития ЧС

Это означает, что с течением времени масштабы неконтролируемо развивающейся ЧС достигают некоторого максимума и затем начинают уменьшаться. Чем меньше масштабы ЧС, тем меньше ресурсов необходимо затратить на ее локализацию. Это означает, что необходимо стремиться обеспечить

$$t_{нл} \rightarrow \min \quad (8)$$

где $t_{нл}$ – момент начала локализации.

Вторая составляющая – эффективность плана локализации, определяет количество ресурсов R_L , которое необходимо затратить на локализацию ЧС. В реальных условиях R_L всегда ограничены некоторым уровнем R_d . Тогда с учетом (7) критерий эффективности плана локализации конкретной

ЧС будет иметь вид

$$T_L = \min_{R \in R_d} (t_{кл} - t_{нл}) \quad (9)$$

Рассмотрим структуру временных затрат на интервале от момента возникновения ЧС t_0 до момента окончания ее локализации $t_{кл}$. Можно выделить следующие основные интервалы:

- Δt_1 - время с момента возникновения ЧС до момента поступления об этом в систему;
 - Δt_2 - затраты времени на классификацию ситуации, ее первичную оценку и оповещение лиц, принимающих решение (ЛПР) всех необходимых уровней как внутри системы, так и смежных функциональных систем, например, органов внутренних дел, пожарной охраны, скорой помощи и т.д.;
 - Δt_3 - временные затраты на идентификацию ситуации и прогноз ее развития;
 - Δt_4 - время, необходимое на подготовку плана локализации ЧС;
 - Δt_5 - время реализации плана локализации ЧС.
- Функциональные действия на каждом из перечисленных этапов многоаспектны, поэтому указанные интервалы могут частично перекрываться, но в целом, согласно (8), (9), необходимо минимизировать суммарные временные затраты

$$T = \sum_{i=1}^5 \Delta t_i \rightarrow \min_{R \in R_d} \quad (10)$$

Эта задача связана с эффективным использованием ограниченных ресурсов R_d .

Содержательный анализ перечисленных основных этапов действий по локализации ЧС показывает, что первые четыре из них полностью состоят в получении, накоплении, передаче и обработке информации с целью оперативной выработки эффективного решения по локализации ЧС. При этом критерием оперативности является

$$K_1 = \min_{R \in R_d} \sum_{i=1}^4 t_i \quad (11)$$

а критерием эффективности

$$K_2 = \min_{R \in R_d} \Delta t_5 \quad (12)$$

Достижение целей (11), (12) в определяющей степени связано с эффективностью организации и реализации информационных процессов в системе. Повышение эффективности имеет два аспекта:

- создание совершенной организационно-управляющей структуры, ориентированной на максимально возможное приближение процедур принятия решений по локализации ЧС, к месту событий. Это означает повыше-

ние уровня ответственности и полномочий низовых уровней системы;

- совершенствование системы сбора, передачи и обработки информации, что связано с комплексной автоматизацией всех информационных процессов на основе современных информационных технологий, сбора, накопления, передачи, обработки, представления информации.

Оба указанных выше аспекта повышения эффективности системы предупреждения, локализации и ликвидации ЧС тесно связаны и кардинальное решение проблемы возможно только в рамках создания региональной информационно-аналитической подсистемы (РИАП ЧС), базирующейся на широком использовании ЭВМ, передовых компьютерных технологиях, средствах связи и оргтехники.

Создание РИАП ЧС ориентировано на совершенствование системы управления процессами предупреждения, локализации, ликвидации последствий ЧС путем:

- обеспечения органов управления всех уровней своевременной, полной, достоверной, представленной в удобной для восприятия форме информацией о возникшей ЧС, динамике их развития, возможных угрозах и последствиях, наличных силах и средствах;

- оперативного многоальтернативного анализа возможных решений и подготовки аргументированных предложений органам управления;

- решения задач эффективного (оптимального) использования ограниченных наличных ресурсов для реализации принятых решений по обеспечению жизнедеятельности населения, локализации ЧС, функционированию инфраструктуры и т.д.;

оперативного управления и контроля за процессом выполнения принятых решений и коррекции возникающих отклонений.

Для этого РИАП ЧС должна выполнять следующие функции.

В режиме нормального функционирования народного хозяйства области

- Обеспечивать постоянный информационный мониторинг всех объектов хозяйственной деятельности (ОХД), сил и средств, которые могут быть использованы при ликвидации ЧС. Для этого по каждому объекту создается компьютерный паспорт объекта. Такой паспорт может содержать текстовую, цифровую, графическую (схемы коммуникаций, планировки территорий и т.д.) и геоинформационную (привязка к карте) информацию. Число характеристик и

объемы информации можно расширять по мере надобности. В совокупности такие паспорта образуют информационную компьютерную базу данных (БД) возможных источников ЧС, сил и средств, которые можно привлечь для их ликвидации. Достоверность и полнота данных, оперативный доступ к ним обеспечиваются компьютерными технологиями сбора, хранения, обновления, обработки и получения информации.

Информационная БД организована как трехуровневая иерархия: ОХД (только свой паспорт) - район (паспорта ОХД района плюс геоинформационная система: карта, коммуникации, инфраструктура района) - областной уровень (БД области в целом плюс геоинформационная система по области и Украине в целом).

- Осуществлять постоянный мониторинг потенциально опасных объектов.

Проводить анализ возможных ЧС, моделировать варианты их развития, разрабатывать ситуационные опорные планы их локализации, создавать компьютерные банки таких планов на уровне ОХД, района, области.

Обеспечивать обучение кадров и подготовку населения к рациональному поведению в условиях наиболее вероятных ЧС.

В режиме угрозы возникновения ЧС должны решаться следующие задачи.

- Выделение угрожающих объектов и осуществление более детального (более частого по времени и более подробного по числу контролируемых факторов) их информационного мониторинга.

Оценка состояния и прогнозирование развития ситуации. Подготовка необходимой информации для органов управления.

Подготовка эффективных решений по предотвращению ЧС, оценка необходимых сил и средств, постановка задач, контроль за их выполнением.

Уточнение и развитие ситуационных планов локализации возможных ЧС с учетом текущей конкретной информации.

Разработка ситуационных планов обеспечения жизнедеятельности населения и подготовка населения к рациональному поведению.

В режиме локализации ЧС

- Регистрация ЧС, верификация ее характеристик, организация оперативного оповещения и информирования всех заинтересованных органов и служб.

Установление связи с источником ЧС и организация постоянного информационного мониторинга объекта.

Классификация ситуации, оценка ее масштабов, определение возможных угроз, формирование неотложных мероприятий, оповещения в случае

необходимости населения, информирование и установление связи с функциональными службами.

Прогнозирование ситуации и оценка отдаленных последствий.

Подготовка управляющих решений по локализации ЧС для управляющих органов.

Расчет необходимых сил и средств.

Планирование выполнения работ по локализации ЧС, по принятым решениям управляющих органов.

Оперативный контроль за ходом работ.

Подготовка оперативной информации, докладов, отчетов по требованию управляющих органов.

В режиме ликвидации последствий ЧС

- Подготовка возможных решений по ликвидации ЧС.

Планирование выполнения работ по принятым решениям.

Организация оперативного контроля хода работ.

Подготовка отчетов, справок. Разработка мероприятий по предотвращению ЧС.

Обобщенная структура и функции РИАП ЧС в различные периоды функционирования приведены в таблице.

Эффективность РИАП ЧС будет зависеть от глубины автоматизации и совершенства программно-аппаратных комплексов (автоматизированных рабочих мест) проблемно ориентированных на решение комплексов перечисленных функциональных задач.

Литература: 1. *Быченко Н.Н.* Об управлении защитой региона в чрезвычайных ситуациях./ Управляющие системы и машины, 1996, №№ 4,5 – 6.

Сведения об авторах: **Гиренко Петр Иванович**, нач. штаба ГО и ЧС Харьковской области. Научные интересы – системы управления и принятие решений. **Петров Эдуард Георгиевич**, профессор, доктор техн. наук, зав. кафедрой системотехники, Харьковский государственный технический университет радиоэлектроники. Научные интересы - математическое моделирование, теория принятия решений. Служебный адрес: 310726, г. Харьков, пр. Ленина. 14, контактный телефон 40-93-06.

УДК.519.711

Системологический анализ целей и задач системы предупреждения и локализации чрезвычайных ситуаций/П.И. Гиренко, Э.Г. Петров// РИ. 1999. № 4. С. 00-00.

На основе системного анализа проблемы локализации и ликвидации ЧС разработана модель уровня рациональных затрат на систему и сформированы ее глобальные и локальные цели.

Ил. 3. Библиогр.: 1 назв.

УДК 519.711

Системологічний аналіз цілей та задач системи попередження та локалізації надзвичайних ситуацій / П. Гіренко, Е. Петров, // РИ.1999. № 4. Р. 00-00.

На основі системного аналізу проблеми локалізації та ліквідації ЧС розроблена модель рівня раціональних затрат на систему та зформовані її глобальні та локальні цілі.

Мал. 3. Бібліогр.: 1 назв.