**УДК 651.34**

**ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК**

**Никольский О. К., Черкасова Н. И.,. Костюков А. Ф**

*Россия, г. Барнаул, Алтайский государственный технический университет*

*им. И. И. Ползунова*

*Сформулированы основные принципы построения системы обеспечения безопасности как компонент сложной человеко-машинной системы "человек-электроустановка-среда". Обоснована структурная и функциональная её схема. Показано, что рассматриваемая система обладает свойствами больших систем.*

*Ключевые слова: человеко-машинная система, опасность, безопасность, морфологическое и функциональное строение системы*

*The main principles of system security as a component of a complex man-machine system "man-electrical installation environment." Justified its structural and functional scheme. It is shown that the system possesses the properties of large systems.*

*Keywords: man-machine system, danger, safety, morphological and functional structure of the system*

В настоящее время теория техногенной безопасности детально проработана для отдельных объектов техносферы, включающих:

- объекты технического регулирования (инфраструктуры городов и населенных пунктов, жилье, общественные и производственные здания);

- опасные производственные объекты (энергетика, химические производства и т.д.);

- критические и стратегические важные объекты, потенциальная опасность которых может приобретать масштабы национального или глобального характера; при этом ущербы от возможных аварий и катастроф достигает до 1011 руб .

В рамках концепции национальной безопасности ведутся исследования в области создания теории катастроф, включающей научные основы техногенного, экономического и нормативного управления риском. Сущность этих исследований является попытка создания целостной картины безопасности личности и общества, где центральное место в существующей системе ценностей занимает человек. Поэтому опасные техногенные явления, возникающие в процессе той или иной деятельности человека, можно интерпретировать как нарушение права индивидуума на сохранение жизни и его здоровья. Что касается юридических лиц, то здесь может идти речь о нарушении прав на их существование и устойчивое развитие. Другими словами, следствием техногенных опасностей является утрата физических и юридических лиц возможности выполнять определенные функции. Поэтому понятие опасности связывается с причинением вреда (морального или материального ущерба) людям и организациям. Для снижения возможности причинения вреда или его предотвращения применяются специальные системы обеспечения техногенной безопасности.

Оставляя в стороне различные виды безопасности, (радиационная, химическая и др.), ограничимся рассмотрением объектов опасности электроустановок, негативным фактором которых является неуправляемый (ненормативный) выброс энергии в виде электрического тока (электромагнитного поля), оказывающий поражающее или вредное воздействие на организм человека. С этих позиций систему безопасности электроустановки можно характеризовать в виде некоторой совокупности организационных и технических мер, направленных на снижение (предупреждение) появления аварий и их последствий, а электроустановка не должна причинять вреда персоналу, населению и окружающей среде, как при нормальной её эксплуатации, так и в случае наступления аварийных ситуаций.

В общем виде будем рассматривать систему обеспечения безопасности электроустановок (СОБЭ) как сложную систему, представляющую совокупность компонентов (элементов), объединенных общими ресурсами, связями, функциональной средой и целью существования. Причем компонентами СОБЭ будем считать условно неделимые и самостоятельно функционирующие части системы. В свою очередь, используя системный подход, СОБЭ может рассматриваться также как некоторая подсистема, входящая в более сложную человеко-машинную систему (рис. 1).

**Человеко-машинная система**

**Человек**

внешняя

рабочая

**Среда**

СОБЭ

Вход X(t)

Выход У(t)

**Электроустановка**

персонал

население

Рисунок 1 - Структурная схема системы (Ч - Э - С):

вход X(t)- воздействия на систему со стороны внешней связи;

выход У(t)- возможные отклики исследуемой системы.

Примером такой системы является система «Человек- электроустановка- среда» (Ч-Э-С), обладающая следующими свойствами больших систем [2]:

- уникальностью (аналоги отсутствуют или существенно отличаются от рассматриваемой системы);

- многоступенчатость морфологической и функциональной структуры (выражена иерархия подсистем и их элементов);

- стохастического характера функционирования и реагирования на воздействие случайных факторов;

- неопределенностью, проявляющейся в недостаточности или отсутствии априорной информации;

- многокритериальностью оценки состояние и эффективностью функционирования, приводящей к необходимости использования векторной оптимизации;

- слабой структурированностью и разнородностью образующих ее компонентов;

- диссипативностью, характеризующейся рассеиваемостью части свободной энергии, в том числе в виде тепла, выделяемой в окружающую среду.

Рассматривая СОБЭ как компонент подсистемы «Электроустановка», отметим, что система обеспечения безопасности формально также может быть разделена на части, включающие технические и организационные мероприятия, информационные обеспечение и т.д. [3], т.е., СОБЭ также может рассматриваться как объект исследования, обладающий вышеперечисленными системными свойствами. Процессы, протекающие в ней, имеют вероятностный характер, поэтому важной характеристикой системы является ее состояние, т.е. режим функционирования, при котором её интегральный показатель ( например, риск) находится в гомеостазе, а структура системы – неизменна в пространстве и времени. Тогда процесс функционирования (в т.ч. развития) системы может быть представлен как ее перемещение по некоторой траектории, каждая точка которой интерпретируется в виде некоторого вектора (годографа). Для наглядности этот вектор удобно проектировать на какую-либо плоскость пространства, через которого проходит рассматриваемая траектория. При решении практических задач пространство обычно ограничивается незначительным числом возможных состояний человеко-машинной-системы.

Рассмотрим процесс функционирования системы «Ч-Э-С» как последовательная смена ее состояний. Причем каждому диапазону внешних воздействий соответствует одно, вполне определенное состояние системы. Функционирование системы «Ч-Э-С» характеризуется соотношением между энергией внешнего воздействия (возмущения) и собственной энергоемкостью конкретного её состояния. Здесь возможны следующие состояния системы:

- внешняя энергия не превышает пороговых значений - благоприятные условия функционирования системы «Ч-Э-С»;

- энергия воздействия кратковременно может превышать пороговые значения с последующим её уменьшением в результате рассеяния или преобразования в другой вид энергии, тогда реакция системы на данное возмущение проявляется лишь в незначительных колебаниях без опасных последствий (устойчивость системы сохраняется);

- внешняя энергия длительно накапливается, компенсационные механически системы утрачиваются, происходит скачкообразная структурная перестройка. Наступает так называемое кризисное состояние, характеризующееся как адаптация системы к изменившимся внешним (или внутренним) условиям. При неблагоприятных условиях кризис может привести к значительным изменениям интегрального показания системы вследствие изменения её морфологии и структуры. В этом случае возникают катастрофы, приводящие к разрушению системы и прекращению ее существования.

Выводы

1. Потенциальная опасность электроустановок зданий, характеризующаяся повышенным уровнем аварийности, травматизма и пожаров, потребовала пересмотров научно-методических основ, касающихся оценки риска и эффективности средств, направленных на снижение вероятности техногенных опасностей и тяжести их последствий, включая при невозможности компенсации всех видов затрат на создание системы безопасности и предотвращенного ущерба.

2. Рассмотрено морфологическое описание человеко-машинной-системы «Ч-Э-С», одним из компонентов которой является система обеспечения безопасности электроустановок. Показано, что модели «Ч-Э-С» и «СОБЭ» обладают системными свойствами, главным из которых выступает триединство цели, функции и структуры. При этом рассматриваемые системы обладают эмерджентным (неаддитивным) интегральным свойствам.

Список литературы

1. Махутов, Н. А. Техническая диагностика остаточного ресурса и безопасности: учеб. пособие [Текст] / Н. А. Махутов, М. М. Гаденин; под общ. ред. В. В. Клюева. – М :изд. дом, Спектр, 2011.
2. Бусленко, Н. П. Моделирование сложных систем [Текст] / Н. П. Бусленко.– М. : Наука, 1969.
3. Никольский,О.К.Основы создания оптимальных систем обеспечения электробезопасности [Текст] / О.К. Никольский //Автореф. дисс. на соиск учен. степ. докт. техн. наук.– М: ВИЭСХ, 1979.

**Никольский Олег Константинович** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Электрификация производства и быта» Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова; тел. (3852)36-71-29, e-mail: [elnis@inbox.ru](mailto:elnis@inbox.ru)

**Черкасова Нина Ильинична -** кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Электроэнергетика» Рубцовского индустриального института Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова,

г. Рубцовск, ул. Тракторная д. 2/6 , тел. (838557) 5-98-75, [4ercas@bk.ru](mailto:4ercas@bk.ru)

**Костюков Анатолий Федорович** - кандидат технических наук, докторант кафедры «Электрификация производства и быта» Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова; тел. (3852)36-71-29, e-mail: [elnis@inbox.ru](mailto:elnis@inbox.ru)