

Бойко С. В.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННОЙ КОНЦЕПЦИИ

Трудно переоценить роль человеческого фактора в обеспечении безопасности сложных технических систем. При этом большинство существующих концепций, формирующих теоретическую основу методов обеспечения промышленной, производственной и экологической безопасности, ставят человека в один ряд с техническим агрегатом, мало учитывая сложность структуры человеческой психики, особенности и неповторимость личности человека, отличие технических, энергетических, технологических аспектов деятельности человеко-машинных систем от психоинформационных. Предлагается концепция обеспечения безопасности функционирования технических систем, основанная на человеческом восприятии и субъективной оценке опасностей и риска, на необходимости аспектного представления информации, циркулирующей на всех уровнях человеко-машинной системы.

Ключевые слова: человеко-машинные системы, безопасность, энергия, энтропия, аспектная структура информации, информационный метаболизм.

Бесспорно утверждение о том, что одной из актуальных задач современности является обеспечение безопасности сложных технических систем (СТС). По мере повышения сложности технических агрегатов, развития процессов глобализации, повышения объёмов выпускаемой продукции растёт уровень жизни населения, блага цивилизации становятся всё более и более доступными. Процесс техногенного развития человечества необратим, его темпы невозможно замедлить. Этому процессу сопутствует рост числа аварий и катастроф на технических объектах, природные катаклизмы становятся всё более разрушительными, увеличивается объём ущерба, наносимого предприятиям, государствам, мировой экономике в целом. Не проходит дня, чтобы средства массовой информации не упоминали о человеческих жертвах и последствиях негативных событий, связанных с различными видами деятельности человека.

Исследователи всего мира пытаются найти средства и способы защиты человека, разрабатывают методы повышения уровня безопасности всех сфер его жизни. Особое внимание уделяется производственной сфере, на долю которой приходится основное количество катастроф, аварий и травм. Анализ причин аварийности и травматизма в России и странах Ближнего Зарубежья показывает, что наряду с объективными предпосылками (износ основных фондов, устаревание технологий, негативные воздействия среды) велика доля ситуаций, когда повинным в нежелательных явлениях становится человек, его ошибки и просчёты, неадекватные реакции и поступки, провоцирующие аварии. Причём роль человеческого фактора прослеживается на всех этапах создания и функционирования СТС, от тщательности проектных разработок до своевременности и правильности принятия решения в случае сбоя в работе. И чем сложнее технический агрегат или комплекс, тем выше цена человеческой ошибки.

Несмотря на развитие процессов автоматизации и информатизации, большинство технических систем относится к эргатическим, т. е. таким, в которых для успешного протекания технологического процесса необходимо присутствие и активное участие человека. В самом общем виде современная человеко-машинная система (ЧМС) состоит как минимум из 4-х элементов (рис. 1): «Человек — Машина — Среда — Технология».

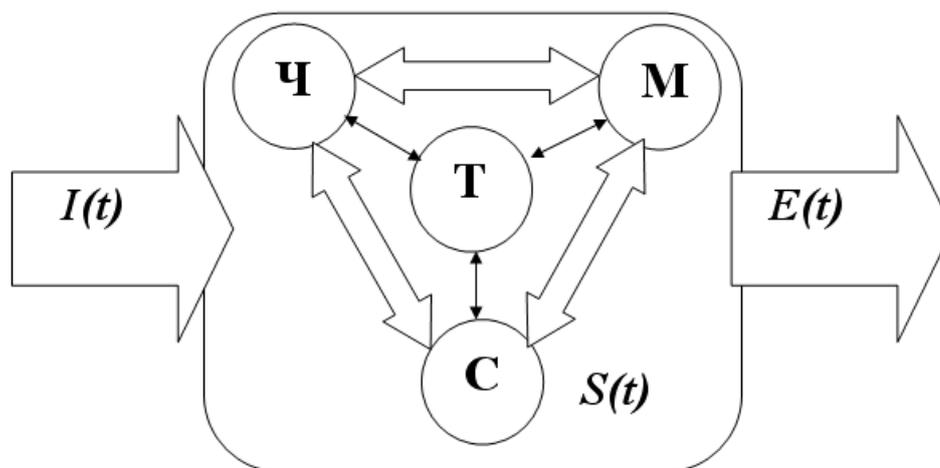


Рис. 1. Структура человеко-машинной системы: Ч — Человек; М — Машина; С — Среда; Т — Технология; $I(t)$ — вектор входных параметров; $S(t)$ — вектор состояний; $E(t)$ — вектор выходных параметров.

Кроме того, функционирование системы описывается набором векторов, содержащих входные, выходные параметры, а также параметры состояний системы. Каждый элемент ЧМС имеет сложную структуру, его самого можно представить в виде системы, имеющей определённые характеристики и параметры. В зависимости от целей исследования наполнение элементов может быть различным, но при этом, какого бы уровня система ни рассматривалась, ей всегда присуще свойство эмерджентности («Работник — Станок — Условия труда» или «Персонал — Технический комплекс — Производственная среда»).

Между элементами ЧМС устанавливаются различные виды взаимодействий, которые в целом можно свести к трём: материальные, энергетические и информационные [1]. На разных стадиях жизнедеятельности (например, на различных этапах технологического процесса) может быть отдано предпочтение взаимодействиям определённого вида, однако комплексное изучение динамики системы подтверждает важность всех трёх видов взаимодействия для её успешного функционирования.

Цель, ради которой создаётся человеко-машинная система, предполагает достижение определённого эффекта (выпуск продукции, получение прибыли и т. п.). При этом наряду с основной целью необходимо достижение цели второстепенной, часто не менее важной: обеспечение безопасности системы и её элементов на всех этапах жизнедеятельности. Именно проблемы, связанные с обеспечением безопасности технических систем, могут сдерживать их развитие и ограничивать функционирование.

В настоящее время разработано несколько концепций безопасности человеко-машинных систем, имеющих ряд достоинств. Эти концепции:

- достаточно полно описывают процессы, протекающие в системе;
- объясняют природу и закономерности возникновения и развития аварийных ситуаций;
- лежат в основе разработки мер и методов обеспечения безопасности технической системы.

Наибольший интерес для теоретических и прикладных исследований представляют энергоэнтропийная концепция опасностей [2] и концепция приемлемого риска [3].

Суть энергоэнтропийной концепции заключается в следующем: технические системы, созданные человеком и связанные с использованием различных видов энергии, снижают энтропию, заложенную в природных системах. В процессе функционирования СТС энергия стремится к самопроизвольному высвобождению, повышая уровень энтропии и создавая предпосылки для возникновения техногенных опасностей. При этом человек рассматривается наряду с другими элементами ЧМС, свойства и показатели деятельности которых приво-

дят к аварийным ситуациям. Одно из положений концепции гласит следующее: «Ошибочные и несанкционированные действия персонала обусловлены его недостаточной технологической дисциплинированностью и профессиональной неподготовленностью к работам, характеризуемым потенциально опасной технологией и конструктивным несовершенством используемого производственного оборудования» [2. С. 72].

Концепция приемлемого риска основана на понятии остаточного (ненулевого) риска, присутствующего в любой сфере деятельности человека после принятия защитных мер. Стохастическая природа опасностей не позволяет создавать абсолютно безопасные технические системы, поэтому тот или иной остаточный риск может считаться приемлемым с учётом общественно субъективного его восприятия. Для количественной оценки риска того или иного нежелательного явления широко используются вероятностные методы. На основе аппарата теории графов и сетей строятся модели развития аварийных ситуаций в ЧМС, в которых показатели деятельности человека сходны с показателями техногенных элементов системы: безошибочность, быстрдействие, надёжность и т. п.

Как сказано выше, эти концепции находят отражение в разработке мер технического, технологического и организационного характера по повышению безопасности ЧМС. Однако в них прослеживается недостаточное внимание к человеку-оператору как особому элементу любой эргатической системы, способному в значительной мере повлиять на протекающие в ней информационные процессы, связанные с точностью передачи информации, скоростью принятия решения, объективностью и беспристрастностью выводов.

Следовательно, наряду с существующими концепциями необходима разработка концепций обеспечения безопасности ЧМС, в которых отправной точкой будет являться человек, его субъективное понимание процессов, протекающих в ЧМС, и таких понятий, как опасность, риск, ответственность.

Такие концепции должны быть разработаны с учётом:

- особенностей информационного обмена как внутри системы, так и во внешней относительно ЧМС среде;
- особой роли человека как элемента ЧМС, наделённого способностью воспринимать, обрабатывать и продуцировать информацию определённой аспектной структуры;
- «взгляда на теорию информации с позиций человеческого восприятия» [4];
- субъективной оценки человеком риска возникновения нежелательного явления;
- психофизиологических законов, лежащих в основе процессов восприятия окружающей человека реальности.

Предлагаемая энергоинформационная концепция обеспечения безопасности содержит попытку связать существующие концепции безопасности СТС с теорией информационного метаболизма человеческой психики. О влиянии типа ИМ человека на безопасность его труда, причём безопасность как физическую, так и психологическую, говорится давно [5,6]. Необходима количественная оценка, связывающая энергетические и информационные процессы в СТС. Такой оценкой может стать величина энтропии системы. Кроме того, необходим качественный анализ циркулирующей в системе информации, такой анализ возможен на основе разложения информационного потока на аспекты.

Сущность концепции может быть представлена следующими положениями:

1. Информация, циркулирующая между элементами ЧМС, а также во внешней относительно её среде, является связующим звеном во взаимодействии живых и неживых, простых и сложных элементов системы. Она может быть представлена в виде аспектов, воспринимаемых человеческой психикой.

2. Уровень энтропии, связанный с энергетическими процессами в ЧМС, может быть уменьшен за счёт структурирования информации и оптимизации её потоков, циркулирующих между элементами системы.

3. Перцептивная информационная модель реальной ситуации, сложившейся в ЧМС, строится с учётом типа информационного метаболизма человека-оператора. Полнота и точность модели зависит от аспектной структуры деятельности, характеристик и параметров всех элементов системы, способов их контроля и отображения.

4. Адекватная оценка оператором риска нежелательного явления возможна при выполнении двух условий: 1) объём информации, воспринимаемой оператором, должен быть необходимым и достаточным; 2) в структуре данных о риске должны быть представлены все аспекты информационного потока.

5. Эффективное управление безопасностью ЧМС возможно только при учёте межгрупповых информационных взаимодействий и оптимизации объёмов и качества информационных потоков на всех уровнях управления.

Выводы

1. Рассмотрены системные основы обеспечения безопасности сложных технических систем, особенности современных человеко-машинных систем и виды взаимодействий в них.

2. Дан краткий анализ основных концепций обеспечения безопасности сложных технических систем. Показана недостаточность внимания к роли человека как элемента эргатической системы, участвующего в информационных процессах как внутри технической системы, так и вне её.

3. Предложена энергоинформационная концепция обеспечения безопасности человеко-машинной системы, сформулированы её основные положения.

Л и т е р а т у р а :

1. *Ермак В. Д.* Как научиться понимать людей. Соционика — новый метод познания человека. — М.: Астрель, 2003. — 523 с.
2. *Белов П. Г.* Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере. — М.: Академия, 2003. — 512 с.
3. *Русак О. Н.* Безопасность жизнедеятельности. — СПб.: Лань, 2006. — 236 с.
4. *Рейнин Г. Р.* Знание и информация. // Соционика, ментология и психология личности. — 2000. — №3.
5. *Кашицкий С. Е.* Руководство по практической соционике: 16 граней социона. — М.: Астрель, 2003. — 410 с.
6. *Гуленко В. В.* Менеджмент слаженной команды: Соционика и социоанализ для руководителей. — Новосибирск, 1995.
7. *Букалов А.В.* О взаимодействии человека с электронными и техническими системами с точки зрения соционики. // Соционика, ментология и психология личности. — 1999. — № 6. — С. 29–32.
8. *Букалов Г.К.* Структура модели системы «человек — машина». // Соционика, ментология и психология личности. — 2000. — № 5. — С. 21–25.

Статья поступила в редакцию 14.09.2009 г.