



Методология научных исследований в техносферной безопасности

Лекция № 4: Общие методологические основы обеспечения безопасности в техносфере, часть 4: Основные понятия и определения. Модель «человек–машина–среда»

к.т.н., ст. преподаватель Шушпанов А. Н.

shushpanov@muctr.ru +7 903 257 7788

РХТУ им. Д.И. Менделеева

Москва, 2021

Постулирование основ подхода



Введена энергоэнтропийная концепция. Необходима конкретизация смысла базовых категорий и понятий, которые потребуются в последующем системном анализе и моделировании процессов в техносфере.

Требования к определению совокупности признаков содержания определений:

- ▶ необходимость отражения сущности;
- ▶ практическая надобность;
- ▶ возможная изменчивость;
- ▶ взаимосвязанность с другими понятиями;
- ▶ краткость;
- ▶ недопустимость тавтологии.

Модель «человек–машина–среда»



Объект системного анализа, синтеза и моделирования рассматриваемых процессов в техносфере – система «человек–машина–среда».

Предмет (основное содержание деятельности) – объективные закономерности возникновения и предупреждения техногенных происшествий при функционировании данной системы.

Доводы в пользу выбора модели



- ▶ Модель включает в себя и источник опасности (обычно машина), и потенциальную жертву (чаще всего – человек);
- ▶ Функционирование модели – эксплуатация людьми техники в определенной среде
(частный случай: безлюдные и не использующие технику процессы);
- ▶ В системе содержатся носители всех типов предпосылок к техногенным происшествиям – ошибки человека, отказы техники и неблагоприятных воздействий на источник/жертву со стороны окружающей среды.

Конечное обоснование выбора модели

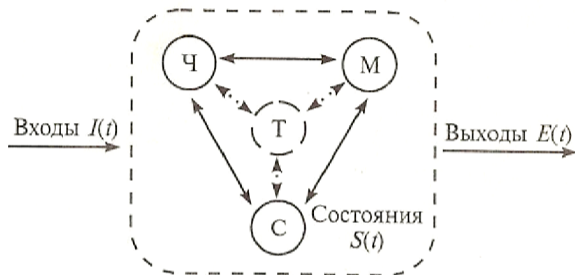


Процесс совместного функционирования **человека** и **машины** зависит от условий **рабочей среды** и принятой технологии. Параметры возникающих процессов могут, в свою очередь, изменяться в зависимости от качества персонала и производственного оборудования.

Следует особо подчеркнуть, что именно система, представляющая совокупность взаимодействующих между собой компонентов и связей между ними, является (в силу свойства *эмерджентности*) качественно новым (по сравнению с их суммой) образованием.

Именно в этом симбиозе и состоит суть рассмотренных ранее основополагающих принципов теории систем и системной динамики.

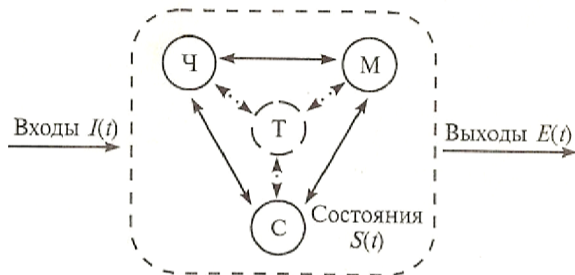
Графическое представление модели (1/)



Состав: технологическое оборудование (машина – М), эксплуатирующий персонал (человек – Ч), рабочая среда (среда – С).

Компоненты взаимодействуют между собой по заданной технологии и установленной организации работ (технология – Т).

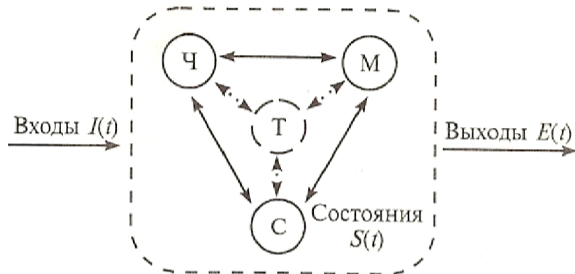
Графическое представление модели (2/)



Модель включает также связи между компонентами и окружающей систему средой (изображены в виде стрелок).

Границы, отделяющие рассматриваемую человеко-машинную систему от внешней среды, очерчены пунктиром.

Графическое представление модели (3/)



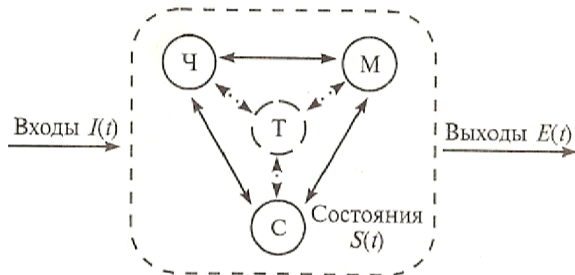
Векторные обозначения:

$I(t)$ – входные воздействия на систему (заданные функции, интервалы времени, выделенные ресурсы, условия работ);

$S(t)$ – состояния системы (условно безопасное, опасное, критическое, послеаварийное);

$E(t)$ – выходные воздействия системы на внешнюю среду (полезные и вредные результаты функционирования).

Графическое представление модели (4/4)



Указанные состояния и векторные характеристики определяются структурой системы, включающей вышеперечисленные элементы с их взаимосвязями, которые рассматриваются переменными во времени и в совокупности задают соответствующее факторное пространство.



Для прояснения сущности процессов в техносфере их удобно разложить на последовательность соответствующих операций.

Под операцией следует подразумевать выполнение однородных действий, необходимых для получения определенного результата на конкретном этапе выполнения производственного или технологического процесса.

Осуществляемое на заданной технологии функционирование отдельно взятой человеко-машинной системы может рассматриваться как процесс выполнения конкретной операции.

Сопоставление понятий в модели



Проведенная декомпозиция позволяет уточнить содержание основных компонентов выбранного здесь объекта системного анализа и моделирования.

В качестве «человека» в последующем будет подразумеваться персонал непосредственно занятый выполнением работ, в качестве «машины» – технологическое оборудование, часто с предметами труда, обеспечивающее изменение его свойств или состояния. Под «рабочей средой» следует понимать область пространства (иногда с предметом труда), в пределах которой совершается проведение операции, а под «технологией» – совокупность приемов и методов, используемых для изменения свойств или состояния предмета труда и включающих организационно-технические мероприятия по обеспечению безопасности.

Внешняя среда (по отношению к модели)



Внешней (для конкретной человеко-машинной системы) средой является все то, что непосредственно не входит в нее, но может влиять на процесс функционирования системы или изменяться под его воздействием.

К внешней среде относят органы снабжения и управления, другие силы и средства, а также окружающие систему природные условия.

Необходимость выделения из окружающей систему среды так называемого «ближнего» и «дальнего» окружения (рабочей и внешней среды) обусловлена различной степенью их влияния на функционирование «человека» и «машины».

Основные понятия и термины: опасность



С учетом вышесказанного, **опасность** может быть интерпретирована, как возможность причинения ущерба человеко-машинной системе или внешней по отношению к ней среде.

Понятие опасности является одним из фундаментальных и наиболее сложных, так как содержит в себе другие нечетко определенные термины.

Основные понятия и термины (1/2)



- ▶ **опасность техногенно-производственная** – наблюдаемое в процессе функционирования человеко-машинных систем их свойство представлять реально предсказуемую возможность причинения ущерба;
- ▶ **риск** – мера опасности, характеризующая как возможность возникновения ущерба, так и его вероятные размеры;
- ▶ **ущерб техногенный** – мера или результат такого изменения состояния системы «человек–машина–среда», которое характеризуется утратой целостности или других свойств ее компонентов и внешней среды из-за появления техногенных происшествий либо вредного влияния неизбежных энергетических (тепло, шум...) и материальных (сажа, шлаки...) выбросов;

Основные понятия и термины (2/2)



- ▶ **происшествие** – событие, состоящее в воздействии опасности на компоненты системы «человек–машина–среда» и повлекшее за собой какой-либо ущерб;
- ▶ **катастрофа** – происшествие с гибелью людей и иным крупным ущербом;
- ▶ **авария** – происшествие с материальным ущербом;
- ▶ **несчастный случай** – происшествие с утратой человеком трудоспособности (даже временной).

Основные понятия и термины: безопасность



Под **безопасностью** в методологии ТСБ подразумевается свойство человеко-машинных систем сохранять при функционировании в заданных условиях такое состояние, при котором с достаточно высокой вероятностью исключаются происшествия, обусловленные воздействием техногенно-производственной опасности на незащищенные компоненты этих систем и внешней для них среды, а ущерб от неизбежных энергетических и вредных материальных выбросов не превышает допустимого уровня.

В английском языке имеются синонимы данного термина: *safety* – интерпретируемый как свойство источника опасности не причинять ущерба, и *security* – характеризуемый как такое состояние потенциальной жертвы, при котором ей ничто не угрожает.

Резюме лекции



Состояние реальных систем и процессов определяется обычно совокупностью их свойств в конкретном проявлении на данный момент. Следовательно, и опасность, и безопасность могут также интерпретироваться как состояния соответствующих человеко-машинных систем (а иногда и отдельных компонентов), определяемые множеством их функциональных свойств и характером взаимосвязей между ними.

Подход достаточно адекватен и обоснован.

Требуется введение некоторых дополнительных понятий на обосновании состава и содержания методов, предлагаемых для системного анализа и моделирования процессов в техносфере, а также формулировании принципов предупреждения техногенных происшествий.

Это будет сделано далее...