

Б. В. ДЗЮНДЗЮК, канд. техн. наук, *Т. И. СТЕПАНОВА*
**АНАЛИЗ СИСТЕМЫ «ЧЕЛОВЕК — МАШИНА — СРЕДА»
С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЗАДАЧ ОХРАНЫ ТРУДА**

Система «человек — машина — среда» (ЧМС), рассматриваемая в настоящей работе, является естественным расширением системы «человек — машина». Это расширение связано как с необходимостью более полного учета факторов, влияющих на деятельность человека, так и с опосредованным характером действия машины на человека.

«Человек — машина — среда» — сложная система, отдельные элементы которой (особенно связанные с человеческим фактором) изучены недостаточно. Как указано в [1], для рассматриваемых нами систем «наиболее совершенными будут такие модели, в которых количество свойств, качеств человека, поставленных в функциональную связь с его положением в системе, с ее природными и предметными качествами, является максимальным». Таким образом, задачи охраны труда могут быть успешно решены при учете всего комплекса взаимосвязей в системе ЧМС.

В работе [2] предпринимались попытки анализа системы «человек — машина — среда» в плане задач охраны труда. В настоящей статье предлагается вариант декомпозиции этой системы на ряд элементов, учитывающий как структурные, так и функциональные признаки. Процесс анализа системы будет идти в несколько этапов. Вначале будем рассматривать систему как единое целое (рис. 1).

Входной информацией для данной системы является информация о состоянии предмета труда (ПТ) и управляющая информация из вышестоящей системы (плановые задания, инструкции и т.д.). Выходом системы является воздействие на предмет труда.

В процессе функционирования системы изменяется ее внутреннее состояние. С точки зрения техники безопасности нас интересует один из элементов внутреннего состояния системы — состояние здоровья людей, работающих в системе и являющихся ее составной частью. В дальнейшем под системой «человек» будем понимать весь коллектив людей, работающих одновременно (в одной бригаде, смене) или в разных сменах (в одном цехе, участке). Поэтому первым шагом декомпозиции будет выделение подсистемы «человек» из рассматриваемой системы ЧМС. Теперь эту систему рассматриваем состоящей из двух основных частей «человек» (Ч) и «машина + среда» (МС) (рис. 2).

Основные взаимодействия между этими частями следующие.

1. Влияние «человека» на среду (путем обмена химическими веществами и энерговыделения в процессе жизнедеятельности человеческого организма).

2. Влияние среды и непосредственно машины на человека.

3. Поток информации о состоянии машины и среды.

4. Управляющие воздействия на машину.

Внешние связи:

5. Управляющие воздействия из вышестоящей системы управления.

6, 7. Информация о предмете труда.

8. Воздействие машины на предмет труда.

Отметим, что мы выделяем три типа связей между элементами системы: информационные связи; воздействия для выполнения поставленных целей (в основном это управляющие воздействия); побочные влияния, которые имеют место вне связи с целями функционирования человека и техники.

Графически эти связи будем обозначать соответственно одинарной (\rightarrow), двойной (\Rightarrow) и штриховой (\dashrightarrow) стрелками, а сокращенно (таблица) И, У, ВЛ.

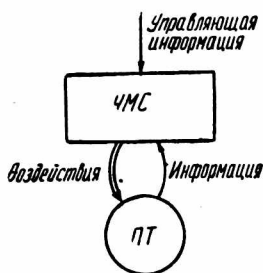


Рис. 1. Взаимосвязь системы ЧМС с предметом труда

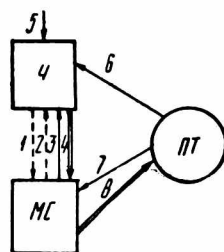


Рис. 2. Первый этап декомпозиции системы ЧМС

Анализируя эти связи, можно отметить следующее: «человек», независимо от того, один это индивидуум или коллектив, функционально выступает одновременно в качестве нескольких элементов системы ЧМС, каждый из которых участвует в своих связях и играет в системе свою роль. Поэтому для дальнейшего изучения системы наибольший эффект даст не структурное разделение элемента «человек», не разделение коллектива на структурные подразделения или одного человека на физиологические либо какие-то другие структурные части, а деление функциональное.

Мы делим элемент «человек» на 3 функциональные части. Отметим, что анализ мы ведем в общем случае, и в конкретных

системах отдельные связи и элементы могут отсутствовать или быть несущественными.

Обозначим части элемента «человек» через *Ч1*, *Ч2* и *Ч3*. *Ч1* — это человек-оператор (коллектив-оператор). Функциональной задачей этого элемента является управление «машиной», главным образом для выполнения основной задачи системы — производства выходного продукта, а также обеспечение возможности этого производства. Элемент *Ч1* — объект изучения инженерной психологии и других эргономических дисциплин.

Ч2 — человек (коллектив), рассматриваемый с точки зрения непосредственного влияния на окружающую среду (за счет тепло- и влаговыделения, потребления кислорода и т. д.).

Ч3 — это человек (группа людей), рассматриваемый с точки зрения его физиологического состояния под влиянием факторов, действующих на него в производственном процессе. Именно этот элемент изучается с точки зрения охраны труда и смежных с ней дисциплин. Состояние именно этого элемента системы ЧМС является исходным пунктом проводимого нами процесса декомпозиции. Внутреннее и внешнее (с точки зрения действия различных факторов) описание этого элемента — предмет производственной гигиены и других медицинских наук.

Рассмотрим теперь элемент МС. Первым естественным шагом его декомпозиции будет разделение на «машину» (весь комплекс оборудования рассматриваемого технологического процесса или помещения) и окружающую среду.

Связи между получившимися элементами указаны на рис. 3.

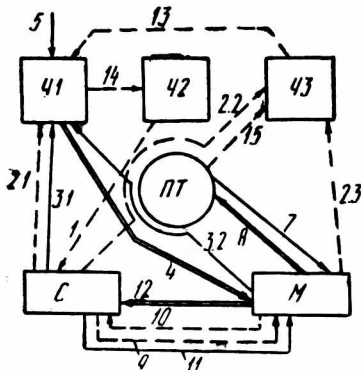


Рис. 3. Второй этап декомпозиции системы ЧМС

мая машиной; 12 — целенаправленное воздействие «Машины» на среду; 13 — связь качества работы с физиологическим состоянием человека-оператора; 14 — влияние характера труда на степень интенсивности обмена веществ человека с окружающей средой и энерговыделение человека.

№	Направление связи	Тип связи	Содержание связи	Примечания
1	Ч2—С	ВЛ	Влияние человека (как биологического объекта) на среду	В ряде случаев не является существенной
2.1	С—Ч1	ВЛ	Влияние окружающей среды на качество работы оператора	—
2.2	С—Ч3	ВЛ	Влияние среды на состояние организма человека	—
3.1	С—Ч1	И	Информация о состоянии среды, обрабатываемая человеком	—
3.2.1	М1—Ч1	И	Информация о состоянии машины, обрабатываемая человеком; информация о предмете труда и среде, получаемая от машин	—
3.2.2	М2—Ч1			
3.2.3	М3—Ч1			
4.1	Ч1—М1	У	Воздействие человека по управлению техникой и ее настройке	—
4.2	Ч1—М2			
4.3	Ч1—М3			
5	Внешняя система управления—Ч1	У	Управляющая информация о технологическом процессе из внешней системы управления	—
6	ПТ—Ч1	И	Информация о состоянии предмета труда, обрабатываемая человеком	При высокой степени автоматизации исходит от машины
7	ПТ—М1	И	Информация о состоянии предмета труда, получаемая машиной	—
8	М1—ПТ	У	Воздействие машины на предмет труда	—
9.1	С—М1	ВЛ	Влияние среды на работу машины	—
9.2	С—М2	ВЛ		
9.3	С—М3	ВЛ		
10	М1—С	ВЛ	Влияние машины на среду	—
11	С—М3	И	Информация об окружающей среде, обрабатываемая машиной	—
12	М3—С	У	Целенаправленное воздействие машины на предмет труда	—
13	Ч3—Ч1	ВЛ	Влияние состояния организма человека на качество его работы	—
14	Ч1—Ч2	ВЛ	Влияние характера и интенсивности работы на степень интенсивности обмена веществ между организмом и средой и энерговыделение человека	—
15	С—Ч1	ВЛ	Влияние среды на качество работы оператора	—
16	М2—М1	У	Аварийные управляющие воздействия	—
17	М1—М2	И	Информация, необходимая для выработки аварийных управляющих воздействий	—

Из полученной структуры связей мы видим, что элемент «Машина» выполняет две функциональные задачи:

1) основная технологическая задача — воздействие на предмет труда;

2) обеспечивающая, вспомогательная задача — формирование параметров окружающей среды.

Отметим также, что в элементе «Машина» заложена функция аварийного самоконтроля, которую тоже целесообразно выделить.

Таким образом, мы можем разделить элемент «Машина» на 3 элемента, которые обозначены $M1$, $M2$ и $M3$.

Элемент $M1$ выполняет основную технологическую функцию, элемент $M2$ — функции аварийной защиты, а элемент $M3$ осуществляет управление окружающей средой.

Таким образом, мы провели декомпозицию системы «человек — машина — среда» на 7 элементов и выделили связи между ними.

Основные характеристики связей элементов приведены в таблице, общая структура — на рис. 4.

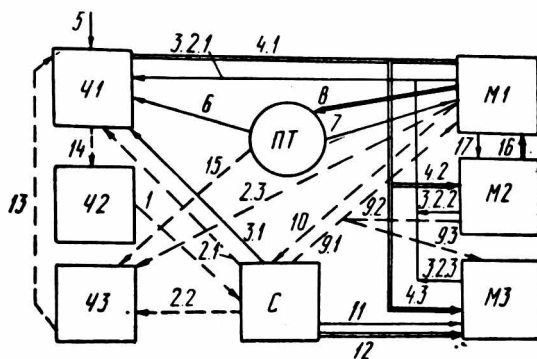


Рис. 4. Результаты декомпозиции системы ЧМС

Предлагаемая структура разработана для абстрактного производства и в этом смысле является универсальной. При привязке ее к конкретным технологическим процессам возможно отсутствие отдельных элементов и связей. Предложенная структура может быть использована как для качественного исследования характера взаимодействий в системе ЧМС, так и для выбора блоков при построении имитационной модели конкретной системы.

Список литературы: 1. Горохов В. Г., Зинченко В. П., Мунипов В. М. Методологические проблемы эргономики.— В кн.: Системные исследования: Методологические проблемы. М., 1982, с. 17—23. 2. Губанов О. Г., Яговкин Г. Н. Некоторые вопросы методологических основ охраны труда.— В кн.: Охрана труда в строительстве. М., 1984, с. 3—10.

Поступила в редколлегию 14.05.85.