

Информационная структура поста диагностирования автомобиля

В.И. Васильев, В.Е. Овсянников, Е.А. Войтеховская

Возрастающая роль проблем оптимального сочетания человека и техники вызвана особенностями развития техники, осуществлением автоматизации процессов, в частности, автоматизацией диагностирования автомобилей. В автоматических системах увеличивается значение безотказной работы каждого отдельного ее элемента [1 - 3].

При этом весьма актуально решение задачи распределения функций между оператором и средствами диагностирования, определения оптимальных условий деятельности оператора, его рационального информационного обеспечения, определения требований к техническим средствам с точки зрения обеспечения эффективной диагностической системы.

Оператор в системе диагностирования может быть рассмотрен в виде специфического звена, имеющего сенсорные (чувствующие) входы и моторные (двигательные) выходы.

Наиболее общая структура функций оператора в системе диагностирования может быть представлена схемой, показанной на рис. 1.

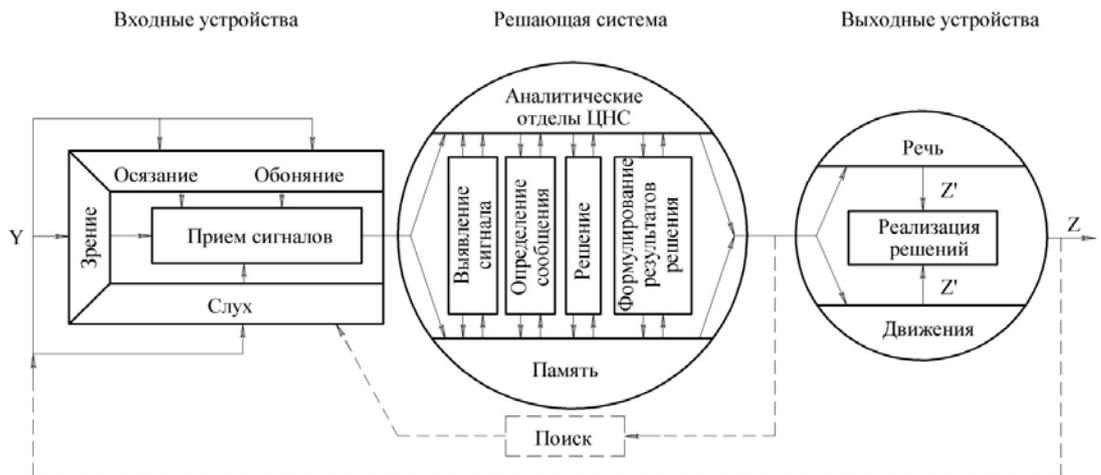


Рис. 1. Структура функций человека-оператора в системе диагностирования объекта [4]

Здесь входные устройства включают органы чувств человека, используемые при диагностировании объекта; решающая система, где

осуществляются не обходимые вычисления и логические операции - центральную нервную систему (ЦНС), а выходные устройства - органы речи и движения; Y - сигналы информационных устройств средств диагностирования и информация о внешних проявлениях неисправностей объекта; Z' - сигналы, формируемые моторной системой человека; Z - сигналы, выдаваемые преобразователями командной информации.

В процессе взаимодействия оператора с техническими средствами всегда можно выделить следующие этапы: прием сигналов; выявление сообщения, которое несут эти сигналы; решение возникающей задачи; формулирование результата решения в форме, пригодной для реализации; поиск средств для реализации командной информации; реализация результатов решения (выдача командной информации).

Одним из основных функциональных критериев оператора при его взаимодействии с техническими системами является время выполнения поставленной задачи.

В общем случае время, затрачиваемое оператором, определяется сложной зависимостью вида [4]:

$$\tau_{оп} = \alpha[I(t); k(A); c_k; l_h; q_h; k_h(t); l_h(t); \dots]I(t) + b[A(t); r_h; q_h; k_h(t), \dots] \quad (1)$$

где $\tau_{оп}$ - время, затрачиваемое оператором; α - коэффициент, являющийся функционалом ценности информации $I(t)$, способа ее кодирования K , характера алгоритма работы оператора $A(t)$, психофизиологических характеристик - сенсорных свойств оператора l_h , объема и свойств его памяти d_h , свойства мышления $k_h(t)$, адаптивных свойств $l_h(t)$, утомляемости K_h , эмоциональной сферы оператора q_h и др.; $I(t)$ - количество статистической информации; t - время, затрачиваемое на движения, соответствующие обработке информации в количестве $I(t)$, являющееся функционалом ряда величин, аналогичных тем, от которых зависит коэффициент b , и, кроме того, от характеристик двигательных реакций r_h .

Однако, как показывает целый ряд исследований, проведенных в

инженерной психологии и эргономике, время, затрачиваемое оператором, зависит главным образом от количества статистической информации, поступающей на сенсорные входы оператора и количества логических условий, которые приходится решать ему при постановке диагноза и выработке управляющего воздействия [4, 5].

Рассмотрим подробнее информацию, с которой имеет дело оператор при работе в системе «человек - автоматизированное диагностическое средство - объект диагностирования» (рис. 2).

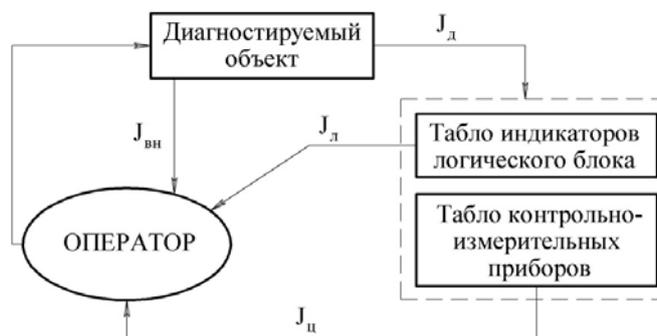


Рис. 2. Информационная структура автоматизированного поста диагностики на уровне оператора

Автоматизированное диагностическое средство, воспринимая информацию от объекта диагностирования через датчики в форме определенных, обычно электрических сигналов $J_{д}$, усиливает ее, перерабатывает по специальному алгоритму и выдает на табло индикаторов в виде определенного диагноза (или их совокупности) $J_{л}$.

Кроме этой информации, учитывая то обстоятельство, что в практике диагностирования на АТП целесообразно проводить на этом же посту и необходимые регулировки, к оператору должна поступать также информация $J_{ц}$ о численных (цифровых) значениях некоторых диагностических параметров, по которым осуществляется регулировка.

К оператору также поступает информация $J_{вн}$ о внешних проявлениях неисправностей диагностируемого объекта в виде шумовых, вибрационных и других сигналов.

Оценим количество каждого из видов информации, поступающей к оператору.

Информация с логического блока определяется, очевидно, информативной ценностью комплекса диагностических параметров:

$$J = Z_D(S_1, S_2, \dots, S_n) \quad (2)$$

При определении количества информации, поступающей к оператору с контрольно-измерительных приборов, может быть использована общая формула измерительной информации [4]:

$$J_{\text{Ци}} = - \int_{S_{\min}}^{S_{\max}} P(S_i) \log_2 P(S_i) dS_i + \int_0^{\infty} f(\delta) d\delta \cdot \int_{S_{\min}}^{S_{\max}} P(\dot{S}_i) d\dot{S}_i \cdot \int_{S_i - \beta\delta_j}^{S_i + \beta\delta_j} \frac{P(S)}{P(S)} \cdot \log_2 \frac{P(S)}{\int_{S_i - \beta\delta_j} P(S) dS} dS, \quad (3)$$

где S_{\min} и S_{\max} - предельные значения диагностического параметра S ;

\dot{S}_i - измеряемое значение диагностического параметра; δ - погрешность при определении S ; β - коэффициенты, учитывающие наличие области распределения параметра S_i в равновероятном диапазоне нахождения параметра в нормативе и за нормативом.

При практическом использовании формулы (3) следует учитывать, что во многих случаях она довольно сильно упрощается. Так, в случае нормального распределения значений диагностического параметра и при равномерном распределении ошибки измерения количество информации можно определить следующим образом [4]:

$$J_{\text{Ци}} = \log_2 \frac{\sigma}{\Delta S} \sqrt{2\pi e}, \quad (4)$$

где σ - среднеквадратическое отклонение значения диагностического параметра; ΔS - интервал квантования диагностического параметра при подборе закона его распределения. Определяется по формуле Стенджерса.

Если на пульт выведено r контрольно-измерительных приборов, то количество информации определится:

$$J_{\text{Ц}} = \sum_{i=1}^r J_{\text{Ци}} \quad (5)$$

Количество информации о неисправностях, определяемых оператором по внешним проявлениям, можно найти по известной формуле:

$$J_{BH} = \sum_{i=1}^k P(D_{iBH}) \log_2 P(D_{iBH}) \quad (6)$$

где $P(D_{iBH})$ - вероятность неисправности определяемой по внешним проявлениям; k - общее количество таких неисправностей.

Таким образом, общее количество информации, которое поступает к оператору-диагносту, определится:

$$J_{ОБЩ} = J_{Л} + J_{Ц} + J_{BH} \quad (7)$$

Однако известно, что общее количество информации, которое оператор способен переработать в единицу времени, ограничено его максимальной информационной пропускной способностью [4, 5]. Следовательно, необходимо выполнение следующего условия:

$$\frac{J_{ОБЩ}}{t} < \Phi_{доп} \quad (8)$$

где $\Phi_{доп}$ - максимальная информационная пропускная способность человека, по $\Phi_{доп} = 2 \dots 10$ бит/с; t - время контрольной части операции, с.

В свою очередь, максимальная информационная пропускная способность оператора в значительной степени зависит от количества и вида логических условий, которые ему приходится решать без помощи автомата. С возрастанием числа логических условий задачи при том количестве исходной информации его пропускная способность резко снижается. В то же время уменьшение числа логических условий, решаемых оператором самостоятельно при заданной глубине диагноза на посту, приводит к увеличению логической информации $J_{Л}$, выдаваемой оператору автоматически.

Таким образом, варьируя числом логических условий, решаемых автоматически и неавтоматически, рационально распределяя информацию по видам и форме представления при разработке метода и средств диагностирования, можно добиться выполнения условия (8) [6 - 10], т.е. создать

оптимальные, с точки зрения информационной совместимости, человеко-машинные диагностические системы.

Литература:

1. Овсянников В.Е., Васильев В.И. Инженерно-психологическая оценка технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта на этапе проектирования [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2014, №1 – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2014/2285> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
2. Wickens, Christopher D. (1984). Engineering psychology and human performance. Columbus: Merrill., pp. 285-298.
3. Francis Durso, Patricia DeLucia (2010), "Engineering Psychology", The Corsini Encyclopedia of Psychology, John Wiley and Sons, pp. 573–576.
4. Николаев В.И. Информационная теория контроля и управления (в приложении к судовым энергетическим установкам) [Текст] / В.И. Николаев. - Л.: Судостроение, 1973. - 286 с.
5. Николаев В.И. Системотехника: методы и приложения [Текст] / В.И. Николаев, В.М. Брук. - Л.: Машиностроение, 1985. - 199 с.
6. Васильев В.И. Анализ деятельности водителя в процессе управления автомобилем [Текст] / В.И. Васильев, Дик И.И. // Темат. сб. науч. тр. – Челябинск: ЧГТУ, 1990. – с. 121-124.
7. «Виртуальный стенд для моделирования алгоритмов работы операторов технологических машин»: свидетельство об отраслевой регистрации разработки №19972 [Текст] / В.Е. Овсянников, В.И. Васильев. - № 50200800200; заявл. 16.02.2014; опубл. 16.02.2008. Инновации в науке и образовании №9(44). 6 с.
8. Ананьев А.С., Бутенко Д.В., Попов К.В. Интеллектуальные технологии проектирования информационных систем. Методика проектирования программных продуктов в условиях наличия прототипа [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2012, №2 – Режим

доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2012/815> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

9. Душков Б.А. Основы инженерной психологии [Текст]: Учебник для вузов / Б.А. Душков. – М.: Академический проект, 2002. – 576 с.

10. Основы инженерной психологии [Текст] / Подред. Б.Ф. Ломова. — М.: Высшая школа, 1986. – 424 с.