

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Галин Олег Сергеевич

курсант

Шабалин Олег Вадимович

канд. техн. наук, преподаватель

Филиал ФГКВОУ ВПО «Военная академия Ракетных войск
стратегического назначения имени Петра Великого»

Министерства обороны РФ в г. Серпухове

г. Серпухов, Московская область

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА НА НАДЕЖНОСТЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАКЕТНЫМИ ВОЙСКАМИ

Аннотация: данное исследование посвящено проблеме надежности автоматизированной системы управления ракетными войсками с учетом влияния человеческого фактора. В работе предложены необходимые изменения в формулах для расчета надежности АСУ РВ. Приведены рекомендации для повышения надежности человеческого фактора.

Ключевые слова: автоматизированное рабочее место, автоматизированная система управления, система «человек-машина», коэффициент готовности оператора, показатель безошибочности, показатель восстанавливаемости, показатель своевременности.

Надежность и безопасность оперативно-диспетчерского управления играет важнейшую роль в поддержании боевой готовности расчета, несущего боевое дежурство, ведь при выходе из строя технической системы или невозможности оператора по каким-либо причинам продолжать несение службы ведет к невозможности противостоять ракетной угрозе, а следовательно, и к угрозе национальной безопасности государства.

Особенностью диспетчерского управления является то, что оно ведется непрерывно, и техника всегда находится в состоянии боевой готовности. Диспетчеризация в ракетных войсках проходит в режиме реального времени. Результатом, как правило являются принятие решения на пуск ракеты или на перевод расчета в боевую готовность.

Существуют два типа интерфейсов в автоматизированной системе диспетчерского управления ракетными войсками: средства коллективного отображения, например, стенды с системами управления, а также средства индивидуального отображения – это автоматизированное рабочее место (АРМ) с монитором.

На АРМе диспетчера происходит просмотр поступающей информации, так как она не содержит много элементов, то проблем сопряжения с человеком не возникает.

Автоматизированная система управления (АСУ) в ракетных войсках – это сложная программно-аппаратная система, включающая в свой состав эргатические (человеко-машинные) отношения, технические и аппаратные средства, программное обеспечение.

Всего известно 4 типа систем «человек машина» (СЧМ):

1. Системы с компенсацией ошибок операторов.
2. Системы с компенсацией отказов технических систем.
3. Системы с компенсацией ошибок операторов и отказов технических систем.
4. Системы с некомпенсируемыми ошибками оператора и отказами техники.

Диспетчерское управление следует относить к системам первого типа. В них операторы могут своевременно исправлять (компенсировать) часть допущенных ими ошибок. Надежность всей системы и надежность человека:

$$P_{\text{СЧМ}} = P_{\text{Т}} \cdot P_{\text{ч}}, \quad (1)$$

$$P_{\text{ч}} = K_{\text{ОП}}(P_{\text{ОП}} \cdot P_{\text{СВ}} - (1 - P_{\text{ОП}})P_{\text{ИСП}}), \quad (2)$$

здесь $P_{СЧМ}$ – надежность всей системы, P_T – надежность технических средств, $P_ч$ – надежность человека, $P_{ОП}$ – показатель безошибочности оператора, $P_{ИСП}$ – показатель восстанавливаемости оператора, $K_{ОП}$ – коэффициент готовности оператора, $P_{СВ}$ – показатель своевременности.

Если подставить выражение (2) в (1), можно получить формулу для определения надежности АСУ РВ с учетом человеческого фактора (ЧФ):

$$P_{АСУ} = P_T \cdot K_{ОП}(P_{ОП} \cdot P_{СВ} - (1 - P_{ОП}) \cdot P_{ИСП}).$$

Данная формула дает возможность определить показатель безошибочной работы оператора, но нам необходимо найти формулы для определения четырех оставшихся коэффициентов $P_{ОП}$, $K_{ОП}$, $P_{СВ}$, $P_{ИСП}$.

Показателем безошибочности является вероятность безошибочной работы, учитывая то, что надежность деятельности оператора не остается величиной постоянной, а меняется с течением времени. Это обусловлено как изменением условий деятельности, так и переменой состояний оператора, не стоит забывать, что ошибки встречаются с разной частотой.

Типовые оценки ошибок оператора приведены в таблице.

Таблица

Частота ошибок	Виды деятельности
10^{-4}	Выбор переключателя, управляемого с помощью ключа
10^{-3}	Выбор переключателей не похожих по форме или расположению
$3 \cdot 10^{-3}$	Неправильное считывание информации
10^{-1}	Оператору не удастся обнаружить начальную ошибку
10^{-1}	Ошибка, из-за того что персонал новой смены плохо принял оборудование
0.1–0.2	Работа в условиях опасности

Анализ таблицы показывает, что целесообразно рассматривать две возможные ситуации: нормальную и аварийную. Тогда, среднее значение безошибочной работы оператора:

$$P_{ОП} = \sum P_i \cdot P_{ОП} = P_{НОРМ} \cdot P_{ОП/НОРМ} + P_{АВАР} \cdot P_{ОП/АВАР}.$$

Обычно большинство проблем обработки информации возникает из-за переизбытка данных, таким образом нужно применять средства отображения интерактивной информации, которые не выводили бы на экран, информации больше чем может обработать оператор.

Коэффициент готовности оператора представляет собой вероятность включения оператора в работу в любой момент времени:

$$K_{\text{оп}} = 1 - \frac{T_0}{T},$$

где, T_0 – время, в течение которого оператор по тем или иным причинам не находится на рабочем месте; T – общее время работы оператора.

Можно сделать вывод, что работа оператора должна быть организована таким образом, чтоб время, в течение которого оператор по тем или иным причинам не находится на рабочем месте равнялось нулю.

Показатель восстанавливаемости – возможность самоконтроля оператором своих действий и исправления допущенных ошибок.

$$P_{\text{исп}} = P_K \cdot P_{\text{об}} \cdot P_{\text{и}},$$

где P_K – вероятность выдачи сигнала системой контроля; $P_{\text{об}}$ – вероятность обнаружения оператором сигнала контроля; $P_{\text{и}}$ – вероятность исправления ошибочных действий при повторном выполнении операций.

В современных АСУ РВ обязательно должны быть технические средства, осуществляющие контроль действий оператора и выдающий сигнал в случае его ошибки.

Основным *показателем своевременности* является вероятность выполнения задачи в течение времени $\tau < t_L$:

$$P_{\text{св}}(t) = P\{\tau < t_L\} = \int_0^{t_L} f(\tau) d\tau,$$

где $f(\tau)$ – функция распределения времени решения задачи оператором. Таким образом, для повышения надежности ЧФ в АСУ целесообразно применять меры для увеличения всех четырех коэффициентов, определяющих его надежность.

Список литературы

1. ГОСТ Р 51901.5-2005/ Руководство по применению параметров надежности.
2. Шульгин Н.Г. Роль и задачи технического аудита в обеспечении надежности и безопасности оперативно-диспетчерского управления / Н.Г. Шульгин, В.В. Охотин // Энергетик. – 2008. – №3.
3. Бандурин И.И. Оценка влияния человеческого фактора на надежность АСДУ электроснабжением городов и районов / И.И. Бандурин, К.А. Баласс. – 2008.