

ВОЕННО-КОСМИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ ИМЕНИ А.Ф. МОЖАЙСКОГО

Кафедра информационно-вычислительных систем и сетей

УТВЕРЖДАЮ

Начальник 24 кафедры

ПОЛКОВНИК

А. Басыров

« ____ » _____ 20 ____ года

Автор: старший преподаватель 24 кафедры,
кандидат технических наук, доцент В.Тимофеев

Тема 5. Проектирование и испытание ПО

Лекция № 13

Оценка надежности оперативного персонала АС

по дисциплине

Надежность автоматизированных систем

Обсуждено и одобрено на заседании 24
кафедры

« ____ » _____ 20 ____ года протокол № ____

Санкт - Петербург

Цель занятия: ознакомить слушателей с методами оценки надежности оперативного персонала АС.

СОДЕРЖАНИЕ ЗАНЯТИЯ И ВРЕМЯ

Введение	5 мин.
1. Влияние оперативного персонала на надежность АС	35 мин.
2. Способы повышения надежности оперативного персонала АС	9 мин.
3. Модель надежности оперативного персонала АС	36 мин.
Заключение	5 мин.

Введение

Оперативный персонал в составе АС принимает непосредственное участие в реализации ее функций.

Роль оперативного персонала заключается в следующем:

1. наблюдение за ходом технологического процесса и правильностью функционирования АС;
2. настройка, ввод установок, запуск и коррекция работы технических средств;
3. принятие решения по управлению технологическим процессом по не алгоритмизированным правилам;
4. непосредственное воздействие на ход технологического процесса включением и отключением регулирующих органов и механизмов в некоторых режимах работы объекта (например, пусковых) или при отказах технических средств.

1. Влияние оперативного персонала на надежность АС

Оперативный персонал, являясь звеном в структуре АС, может повысить или понизить общую надежность АС.

Если оперативный персонал используется в качестве резервного звена в структуре АС, то он повысит общую надежность АС.

Если оперативный персонал используется в качестве основного звена в структуре АС, то он понизит общую надежность АС.

Под *надежностью* оперативного персонала понимается совокупность его свойств, проявляющихся при его участии в функционировании АС и влияющих на ее надежность.

Основными из этих свойств являются:

- **безошибочность** — способность оперативного персонала выполнять все заданные операции без ошибок

- своевременность — способность оперативного персонала выполнять заданные операции за заданное время.

В настоящее время сложилось два подхода к учету влияния оперативного персонала на надежность АС.

Первый подход рассматривает оперативный персонал как отдельный элемент системы «человек - техника», аналогичный техническим элементам. При этом рассматриваются показатели надежности оперативного персонала аналогичные показателям надежности технических средств.

Например, если оперативный персонал используется в качестве основного звена в структуре АС, то

$$P_{AC}(t) = P_T(t) \cdot P_O(t),$$

где $P_T(t)$ – вероятность безотказной работы технической системы в течение времени t ;

$P_O(t)$ – вероятность безотказной работы оперативного персонала в течение времени t .

Такой подход является довольно грубым, не учитывает активную роль оперативного персонала в системе и другие принципиальные отличия человека.

При втором подходе оперативный персонал как элемент АС в задачах надежности имеет ряд существенных особенностей.

К ним относятся:

- адаптация к условиям труда,
- существенное отличие характеристик различных операторов друг от друга,
- утомляемость,
- подверженность эмоциональным воздействиям и т.д.

В качестве характеристики безошибочности работы оперативного персонала применяют частоту (вероятность) появления ошибок.

Статическое определение частоты ошибок в i -ом опыте:

$$q_i^* = \frac{m_i}{n_i},$$

где n_i - количество предъявленных персоналу тестов в i -ом опыте;

m_i - количество ошибок персонала в i -ом опыте.

В процессе обучения частота ошибок обычно уменьшается и хорошо аппроксимируется экспоненциальной зависимостью

$$q = q_c + (q_0 - q_c)e^{-\frac{n}{N}}$$

где q_0 - начальное (до обучения) значение частоты ошибок;

q_c - установившееся значение частоты ошибок, при котором оперативный состав считается обученным.

n – накопленная сумма предъявленных персоналу тестов в предыдущих опытах и половина числа тестов в данном опыте;

N – «постоянная обучения», т.е. некоторое среднее характеристическое число опытов.

При $N = n$ разность $(q_0 - q_c)$ уменьшается на 63%. Считается, что значение q_c практически достигается при $(4-5) N$.

Стабильность обучения оперативного персонала характеризуется средним квадратическим отклонением статистических частот ошибок q_i^* от экспоненты q_i :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{k-1} \sum_{i=1}^k (q_i^* - q_i)^2}$$

k – число опытов.

Стабильность обучения оперативного персонала характеризуется средним квадратическим отклонением статистических частот ошибок q_i^* от экспоненты q_i :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{k-1} \sum_{i=1}^k (q_i^* - q_i)^2}$$

k – число опытов.

В качестве показателя безошибочности можно рассматривать P_6 – вероятность безошибочного выполнения процедуры, т.е. вероятность того, что при выполнении рассматриваемой процедуры будут правильно выполнены именно те операции, которые составляют данную процедуру, и в заданной последовательности.

В качестве показателя своевременности чаще всего используют P_c – вероятность своевременного выполнения процедуры, т.е. вероятность того, что совокупность всех операций, составляющих данную процедуру, будет выполнена за время, не превышающее допустимое.

Если же длительность t выполнения процедуры имеет порядок часа и более, то показателем надежности может быть вероятность $P(t)$ безошибочных, своевременных действий оператора за время t .

2. Способы повышения надежности оперативного персонала АС

Основные способы повышения надежности оперативного персонала:

- не допускать условия, вызывающие переутомления в работе: физические, умственные, психические;
- не допускать условия, вызывающие ошибочные действия.

Переутомление в работе возникает:

- вследствие несовершенства рабочего места;
- вследствие нарушение правил охраны труда;
- вследствие внешних информационных воздействий, которые превышают физические возможности человека по восприятию и переработке информации для формирования управленческих решений.

Ошибочные действия человек совершает обычно:

- когда он имеет малый опыт в работе или низкую квалификацию;
- когда он осваивает новое изделие, не имея хороших инструкций;
- когда он отвлекается, спонтанно или вследствие дестабилизирующих внешних воздействий разной природы.

3. Модель надежности оперативного персонала АС

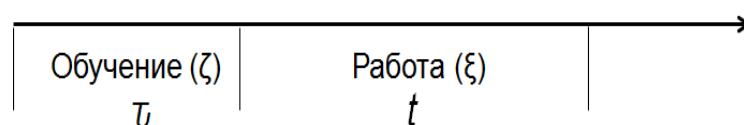
Рассматриваемая модель надежности оперативного персонала АС предложена д.т.н, профессором Смагиным В.А.

В модели используется первый подход к учету влияния оперативного персонала на надежность АС, т.е. оперативный персонал рассматривается как отдельный элемент системы «человек - техника», аналогичный техническим элементам.

Особенность модели – **вероятностный ресурс работоспособности** оперативного персонала АС представлен в виде двух противоположно направленных составляющих:

- расходуемый ресурс работоспособности;
- восполняемый ресурс работоспособности.

Восполняемый ресурс работоспособности формируется в процессе обучения персонала и предшествует его расходу в процессе работы.



Так как расходуемый ресурс работоспособности растрачивается персоналом в процессе обучения и в процессе работы, то

$$P_p(t, \tau) = \frac{P(t+x(\tau), \varepsilon)}{P(x(\tau), \varepsilon)},$$

где $P_p(t, \tau)$ — условная вероятность безошибочной деятельности персонала за время t при условии, что он обучался в течение времени τ в режиме ζ ;

$P(y, \varepsilon)$ – безусловная вероятность безошибочной деятельности персонала за время y в режиме ε ;

$x(\tau)$ – время работы персонала в режиме ε , эквивалентное по расходу ресурса работоспособности за время τ в режиме ζ .

Тогда условная интенсивность отказа (ошибки) персонала в момент времени t при условии, что он обучался в течение времени τ в режиме ζ будет равна

$$\lambda_p(t, \tau) = \frac{-P_p'(t, \tau)}{P_p(t, \tau)} = \lambda(t+x(\tau), \varepsilon),$$

где $\lambda(y, \varepsilon)$ – интенсивность отказа (ошибки) персонала при отсутствии обучения.

А интенсивность отказа (ошибки) персонала после обучения будет равна

$$\Lambda(t, \varepsilon) = P_y(\tau, \zeta) \lambda(t+x(\tau), \varepsilon),$$

где $P_y(\tau, \zeta)$ – вероятность неустранения потенциальной ошибки персонала за время обучения τ в режиме ζ , которая может привести к отказу в будущем во время работы в режиме ε .

Данное выражение означает, что потенциальное число ошибок персонала после обучения уменьшается в $P_y(\tau, \zeta)$ раз.

$$P_y(\tau, \zeta) = e^{-\int_0^\tau v(y, \zeta) dy},$$

где $v(y, \zeta) = \frac{-P_y'(\tau, \zeta)}{P_y(\tau, \zeta)}$ – интенсивность проявления ошибки в момент времени τ .

Вероятность успешного функционирования персонала после обучения будет равна

$$P_0(t, \tau) = e^{-\int_0^t \Lambda(y, \varepsilon) dy} = e^{-\int_0^t \lambda(t+x(\tau), \varepsilon) dy} e^{-\int_0^\tau v(z, \zeta) dz}.$$

Здесь

$e^{-\int_0^t \lambda(t+x(\tau), \varepsilon) dy} e^{-\int_0^\tau v(z, \zeta) dz}$ – ресурс работоспособности (надежности) персонала;

$e^{-\int_0^t \lambda(t+x(\tau), \varepsilon) dy}$ - выработанный ресурс работоспособности за время t в условиях ε ;

$e^{-\int_0^\tau v(z, \zeta) dz}$ - восполненный ресурс работоспособности, полученный персоналом в процессе обучения за время τ в условиях ζ .

При условии полного восстановления расходуемого ресурса персонала после обучения, когда $x(\tau) = 0$, вероятность успешного его функционирования будет равна

$$P_0(t, \tau) = e^{-\int_0^t \lambda(t, \varepsilon) dy} e^{-\int_0^\tau v(z, \zeta) dz}.$$

Для перерасчета времени τ обучения персонала в режиме ζ в эквивалентное время $x(\tau)$ работы персонала в режиме ε можно использовать физический принцип надежности Н.М. Седякина.

Суть принципа в том, что надежность объекта в будущем зависит от величины ресурса (запаса) надежности, выработанного в прошлом, и не зависит от того, как вырабатывался этот ресурс.

Под ресурсом надежности $r(t, \varepsilon)$ в условиях ε Н.М. Седякина предложил понимать интеграл

$$r(t, \varepsilon) = \int_0^t \lambda(x, \varepsilon) dx,$$

который входит в «главное» выражение надежности

$$P_\varepsilon(t) = e^{-\int_0^t \lambda(x, \varepsilon) dx}.$$

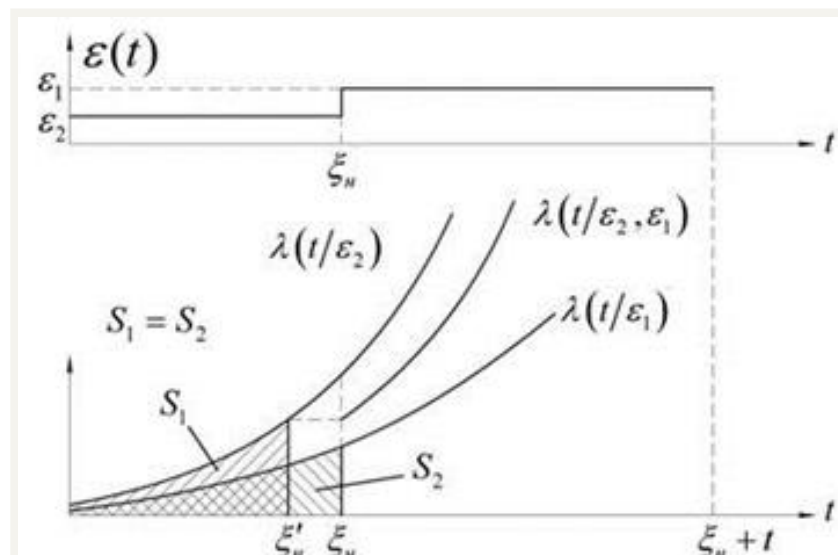
Тогда согласно принципа Н.М. Седякина эквивалентное время $x(\tau)$ работы персонала в режиме ε находится из решения равенства ресурсов затраченных в режимах ζ и ε :

$$\int_0^{x(t)} \lambda(y, \varepsilon) dy = \int_0^\tau \lambda(y, \zeta) dy,$$

где $\lambda(y, \varepsilon)$ - интенсивность отказа (ошибки) персонала в режиме ε ;

$\lambda(y, \zeta)$ - интенсивность отказа (ошибки) персонала в режиме ζ .

Иллюстрация принципа Н.М. Седякина



Заключение

Таким образом, сегодня был рассмотрены влияние оперативного персонала на надежность АС, способы повышения его надежности и модель надежности оперативного персонала АС.

Задание на самостоятельную работу:

- 1) Отработать учебный материал по конспекту лекций.
- 2) Изучить материал рекомендуемой литературы.

В.Тимофеев

(воинское звание, подпись, инициал имени, фамилия автора)

«___» _____ 20__ г.