

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Полоцкий государственный университет»

**ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:
ДОСТИЖЕНИЯ, ПРОБЛЕМЫ, ИННОВАЦИИ
(ИКТ-2018)**

Электронный сборник статей

I Международной научно-практической конференции,
посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета

(Новополоцк, 14–15 июня 2018 г.)

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2018

Информационно-коммуникационные технологии: достижения, проблемы, инновации (ИКТ-2018) [Электронный ресурс] : электронный сборник статей I международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета, Новополоцк, 14–15 июня 2018 г. / Полоцкий государственный университет. – Новополоцк, 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

Представлены результаты новейших научных исследований, в области информационно-коммуникационных и интернет-технологий, а именно: методы и технологии математического и имитационного моделирования систем; автоматизация и управление производственными процессами; программная инженерия; тестирование и верификация программ; обработка сигналов, изображений и видео; защита информации и технологии информационной безопасности; электронный маркетинг; проблемы и инновационные технологии подготовки специалистов в данной области.

Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса. Регистрационное свидетельство № 3201815009 от 28.03.2018.

Компьютерный дизайн М. Э. Дистанова.

Технические редакторы: Т. А. Дарьянова, О. П. Михайлова.

Компьютерная верстка Д. М. Севастьяновой.

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 53-21-23, e-mail: irina.psu@gmail.com

**УЧЕТ ВЛИЯНИЯ УРОВНЯ КВАЛИФИКАЦИИ ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА
НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

П.О. СЕРЁЖНИКОВ, В.Т. ОСИПОВ
(Военная академия Республики Беларусь, Минск)

Эффективность – это мера степени соответствия предполагаемого или реального результата действия требуемому [1]. Эффективность сложной технической системы определяется эффективностью функционирования отдельных объектов, входящих в состав данной системы. Для адекватной оценки эффективности вооружения военной и специальной техники (ВВСТ), необходимо учесть ряд факторов, основными из которых являются:

- 1) техническое состояние используемого вооружения;
- 2) уровень квалификации обслуживающего персонала, обеспечивающего выполнение боевой задачи;
- 3) физическое уничтожение объектов боевого порядка огневыми средствами противника (действия противника);
- 4) воздействие окружающей среды.

Оценка эффективности сложной технической системы должна учитывать не только тактико-технические характеристики, а также влияние человеческого фактора на образец вооружения. Поэтому объектом исследования является система «человек-машина-среда» («ЧМС»). Оценка эффективности данной системы частично существует в эргономике. Для этой цели вводится эргономический показатель, например:

$$H(t) = \frac{E_p(t)}{E_{\pi}}, \quad (1)$$

где $H(t)$ – показатель эргономичности;
 $E_p(t)$ – реализуемый уровень эффективности;
 E_{π} – потенциальный уровень эффективности [2].

Потенциальный уровень эффективности E_{π} – это эффективность системы, созданной с оптимальным уровнем учета возможностей человека и влияния окружающей среды на образец вооружения, и человека соответственно. Под потенциальным уровнем эффективности понимается максимальная реализация возможностей вооружения в данных условиях (окружающей среды), при условии безошибочных действий обслуживающего персонала. Реализуемый же уровень эффективности E_p характерен для объективно существующей системы «человек–машина–среда» со свойственными ей недостатками из-за неполного учета возможностей человека и влияния окружающей среды. Соотношение уровней потенциальной и реализуемой эффективностей есть не что иное, как показатель степени учета возможностей человека эксплуатирующего конкретный образец вооружения, при различных воздействиях окружающей среды.

Из вышесказанного следует, что уровень реализации потенциальной эффективности зависит от трех составляющих (рис. 1).



Рисунок 1. – Зависимость уровня E_n от компонентов его составляющих

Для более наглядного описания составляющих потенциального уровня эффективности воспользуемся графиком зависимости эффективности системы «человек–машина» от времени эксплуатации (рис. 2), на котором введены следующие обозначения:

- $E_{p\max}$ – максимально возможный реализуемый уровень эффективности системы;
- E_{po} – исходный уровень эффективности в момент начала освоения;
- $E_{pтр}$ – требуемый уровень эффективности;
- T_{oc} – среднее время освоения системы «человек – машина»;
- t_n – момент начала эксплуатации [2].

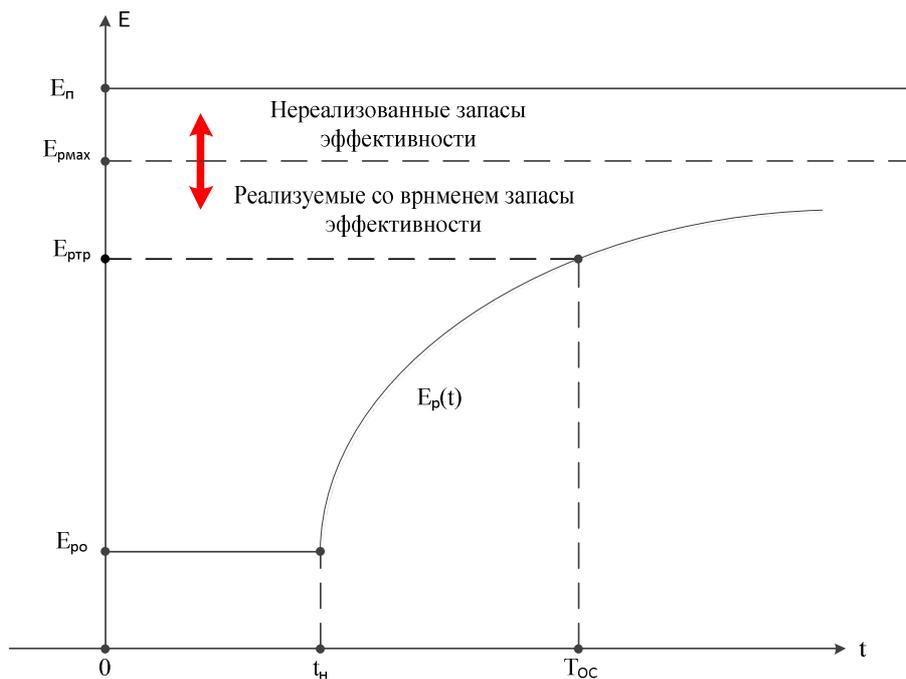


Рисунок 2. – Зависимость системы «человек–машина–среда» от длительности эксплуатации

Исходя из графика, следует, что любая система имеет нереализованный запас эффективности, величина которого определяется соотношением воздействий окружающей среды и человека на технику, с учетом длительности эксплуатации. Однако в процессе эксплуатации эффективность системы уменьшается за счёт необратимых деградационных процессов, протекающих в технике, а затраты на её эксплуатацию и поддержание заданного уровня эффективности увеличиваются [3].

Важным фактором, влияющим на эксплуатационную стоимость технической системы $C(t)$, является качество и полнота технического обслуживания, которые в свою очередь зависят от уровня квалификации каждого члена обслуживающего персонала q_i .

В общем случае затраты на эксплуатацию технических систем можно представить следующим образом:

$$C(t) = C_c(t) + C_{обс}, \quad (2)$$

где $C_{обс}$ – затраты на содержание обслуживающего персонала;
 $C_c(t)$ – затраты на обслуживание самой системы.

Затраты $C_{обс}$ зависят от уровня квалификации обслуживающего персонала. Соответственно чем выше квалификация используемых специалистов, тем больше затраты на их содержание. В случае если количество обслуживающего персонала равно n , то затраты $C_{обс}$ будут равны

$$C_{обс} = C_1(q_1) + C_2(q_2) + \dots + C_n(q_n), \quad (3)$$

где $C_i(q_i)$ – затраты на содержание i – го члена обслуживающего персонала ($i=1,2,\dots,n$);

q_i – уровень квалификации i -го члена обслуживающего персонала.
 Уровень квалификации q_i является дискретной целой величиной:

$$q_i = q_{i1}, q_{i2}, \dots, q_{imax}, \quad (4)$$

Значения $q_{i1}, q_{i2}, \dots, q_{imax}$ можно сравнить с квалификационными разрядами специальности i – го члена обслуживающего персонала.

В случае когда $C_i(q_i)$ зависят линейно от квалификации q_i

$$C_i(q_i) = a_i + \alpha_i \cdot q_i, \quad (5)$$

где a_i – некоторая константа;
 α_i – коэффициент показывающий, насколько увеличиваются затраты на содержание i -го члена обслуживающего персонала при возрастании уровня его квалификации на один разряд.

Тогда затраты $C_{обс}$ равны

$$C_{обс} = \sum_{i=1}^n (a_i + \alpha_i \cdot q_i). \quad (6)$$

Обозначая

$$q_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i a_i}{\sum_{i=1}^n \alpha_i}, \quad (7)$$

имеем

$$C_{обс} = \sum_{i=1}^n a_i + q_{cp} \cdot \sum_{i=1}^n \alpha_i. \quad (8)$$

Значение q_{cp} – это средний уровень квалификации обслуживающего персонала. Из (8) можно сделать вывод что затраты на содержание обслуживающего персонала линейно зависят от q_{cp} . Коэффициент α_i является весовым коэффициентом, учитывающим долю удельных затрат на содержание i – го члена обслуживающего персонала.

Все затраты на обслуживание и поддержание требуемого уровня эффективности сложных технических систем можно разделить на две составляющие:

- 1) затраты, зависящие от процесса естественного старения сложной технической системы;
- 2) затраты, связанные уровнем квалификации обслуживающего персонала.

$$C_c(t) = C_{c1}(t) + C_{c2}(q_1, q_2, \dots, q_n, t), \quad (9)$$

где $C_{c1}(t)$ – затраты, зависящие от процесса естественного старения системы;
 $C_{c2}(q_1, q_2, \dots, q_n, t)$ – затраты, зависящие от уровня квалификации обслуживающего персонала [4].

Составляющая $C_{c1}(t)$ – это затраты, на обслуживание системы при идеальном обслуживающем персонале. Идеальный обслуживающий персонал – это такой персонал, который не допускает ошибок в процессе эксплуатации сложной технической системы. Составляющая $C_{c2}(q_1, q_2, \dots, q_n, t)$ – это дополнительные затраты на обслуживание системы связанные с ошибками допущенными обслуживающим персоналом из-за недостаточного уровня квалификации. Отсюда, чем выше уровень квалификации обслуживающего персонала, тем меньше будут составляющие $C_{c2}(q_1, q_2, \dots, q_n, t)$, и наоборот. В процессе эксплуатации системы вместе с ростом составляющих $C_{c1}(t)$ за счет естественного старения растут и составляющие $C_{c2}(q_1, q_2, \dots, q_n, t)$. Если считать, что доля, которую внес обслуживающий персонал в общие затраты $C_c(t)$ на обслуживание системы, постоянна во времени, то можно записать следующее:

$$C_{c2}(q_1, q_2, \dots, q_n, t) = k(q_1, \dots, q_n) \cdot C_{c1}(t), \quad (10)$$

где $k(q_1, \dots, q_n)$ – коэффициент пропорциональности, который показывает долю затрат за счет обслуживающего персонала по сравнению с затратами за счет естественного старения системы. Коэффициент $k(q_1, \dots, q_n)$ зависит от уровня квалификации обслуживающего персонала.

Путем математических вычислений функция затрат $C_c(t)$ будет равна

$$C_c(t) = C_{c1}(t) + k(q_1, \dots, q_n) \cdot C_{c1}(t) + C_{обс}(q_1, \dots, q_n). \quad (11)$$

Из выражения (12) видно следующее противоречие: чем выше уровень квалификации обслуживающего персонала, тем меньше будут затраты на обслуживание самой системы. Но при этом увеличиваются затраты на содержание обслуживающего персонала.

Литература

1. Бурмистров, С.К. Справочник офицера воздушно-космической обороны / С.К. Бурмистров. – Тверь : ВА ВКО, 2006. – 564 с.
2. Организация технической эксплуатации и ремонта вооружения и военной техники : пособие / И.В. Борушко [и др.]. – Минск : ВА РБ, 2007. – 253 с.
3. Эксплуатация радиотехнических комплексов / А.И. Александров [и др.]. – М. : Сов. радио, 1976. – 280 с.
4. Алексеенко, А.Я. Эксплуатация радиотехнических систем / А.Я. Алексеенко, И.В. Адерихин. – М. : Воениздат, 1980. – 224 с.