

## **Применение компьютерного моделирования в подготовке специалистов радиоэлектронной борьбы**

А. С. Аксёнов, email: nauchnajarota@yandex.ru  
И. А. Канавалов, email: nauchnajarota@yandex.ru  
П. А. Орлов, email: nauchnajarota@yandex.ru  
Р. В. Полозов, email: nauchnajarota@yandex.ru  
И. О. Черных, email: vvalex1961@mail.ru

Межвидовой центр подготовки и боевого применения войск РЭБ  
(учебный и испытательный)

***Аннотация.** Рассмотрен способ подготовки специалистов на системе специального назначения с помощью применения учебно-тренировочного средства. Проведён расчёт основных показателей надёжности элементов средств радиоэлектронной борьбы.*

***Ключевые слова:** система специального назначения, учебно-тренировочное средство, показатели надёжности.*

### **Введение**

Одной из главных задач, стоящих перед человеком в наше время, является процесс внедрения современных технологий во все сферы его деятельности. В виду повышения роли информации в процессе жизнедеятельности человека, а также в виду постоянного удешевления компьютеров, трудно представить развитие современного мира без внедрения и постоянного совершенствования компьютерных технологий, позволяющих значительно упростить восприятие и освоение сложных систем.

Организация и проведение практических занятий для подготовки специалистов на системе специального назначения (ССН) являются сложным процессом. Предлагается создать модель данной системы с помощью программного обеспечения, чтобы предоставить её в качестве альтернативы практическим занятиям специалистов на ССН.

### **1. Подготовка специалистов с помощью применения учебно-тренировочного средства**

Предметом исследования является анализ использования информационных технологий в виде анимационных фрагментов и 3D моделей для реализации интерактивных режимов освоения учебно-тренировочного средства (УТС) [1].

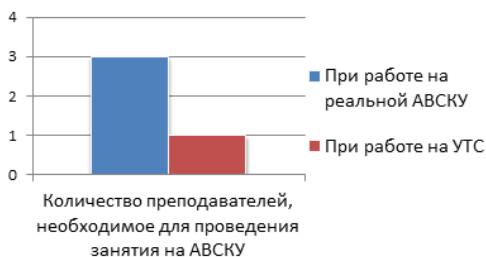
В качестве метода для интеграции в процесс подготовки специалистов радиоэлектронной борьбы (РЭБ) выбран метод, основанный на применении автоматизированных компьютерных систем освоения. Формой реализации метода выбрано УТС со специальными интерактивными и интеллектуальными программами.

Подготовка специалистов РЭБ обусловлено рядом недостатков, таких, как:

- затраты на обслуживание, работу, развёртывание и износ техники;
- зависимость проведения практических занятий от погодных условий;
- повышенный риск поломки техники, связанный с работой на станциях плохо подготовленных специалистов;
- повышенный риск травматизма, вызванный использованием при работе техники высокого напряжения и другими факторами.

Эти недостатки делают актуальной задачу построения мультимедийного модульного учебно-тренировочного средства (УТС) освоения ССН, так как оно позволит повысить качество подготовки специалистов РЭБ путем внедрения в процесс подготовки компьютерного мультимедийного обучающего комплекса, в котором будут реализованы современные методы и подходы построения интеллектуальных компьютерных обучающих систем.

Применение УТС в процессе подготовки специалистов ССН сокращает минимальное число необходимого технического персонала и преподавателей, задействованных в проведении занятия (Рисунок). Это обусловлено отсутствием при подготовке на УТС необходимости проведения ряда мероприятий, связанных с развёртыванием техники, обеспечением её электропитанием, сезонными профилактическими и консервационными работами.



*Рисунок.* Гистограмма задействования преподавателей при различных способах подготовки

Повсеместная интеграция УТС в процесс подготовки специалистов ССН снижает экономические затраты, связанные с расходом топлива для работы генераторов и двигателя техники в случае необходимости работы от внутреннего источника питания и смены её дислокации. Подготовка посредством УТС снижает износ техники и риск поломки и экономит её ресурс, тем самым продлевая срок службы. Погодные условия также сильно влияют на возможность проведения занятий на ССН и способствуют дополнительным материальным затратам, например, обеспечение оптимальной температуры воздуха для пребывания в кунге в жаркое время года требует работы кондиционера, в холодное время отопительной системы, что вызывает незапланированные энергозатраты. Использование УТС в подготовке специалистов позволяет проводить занятия при любых погодных условиях без дополнительных материальных затрат.

Занятия со специалистами ССН на реальных образцах обусловлены повышенным травматизмом, вызванным высоким напряжением, используемым при работе станции. Механизмы для развертывания антенных систем и опорных конструкций, также представляют повышенный риск получения травм специалистами, работающими на ССН впервые или имеющими недостаточный для этого опыт. Использование в занятиях УТС снижает подобные риски, за счет повышения качества первичной подготовки специалистов, работающих на технике, и визуального ознакомления с ее основными узлами.

Применение УТС в процессе подготовки специалистов ССН сокращает минимальное число необходимого технического персонала и преподавателей, задействованных в проведении занятия (Рисунок). Это обусловлено отсутствием при подготовке на УТС необходимости проведения ряда мероприятий, связанных с развёртыванием техники, обеспечением её электропитанием, сезонными профилактическими и консервационными работами.

## **2. Расчёт основных показателей надёжности элементов**

Способность системы, а также его некоторых отдельных частей, успешно выполнять радиоэлектронное подавление радиоэлектронных объектов противника, а также осуществлять радиоэлектронную защиту своих радиоэлектронных объектов, работа которого не прерывается авариями или иными неисправностями, называется надёжностью этой системы. Иными словами, под надёжностью принято понимать свойства, включающие в себя безотказность, ремонтпригодность, долговечность или некоторые сочетания этих понятий [2].

Расчёт показателей надёжности ССН позволит спрогнозировать вероятность отказа  $F(t)$ , а также вероятность безотказной работы  $P(t)$  системы в течение определённого промежутка времени  $\Delta t$ . Правильно выполненный расчёт надёжности позволит определить периодичность проведения планового ремонта системы, а также вероятный срок списания изделия. Именно поэтому расчёт показателей надёжности ССН является актуальной задачей на сегодняшний день.

Расчёт основных показателей надёжности может производиться двумя способами: с учётом резервирования и без учёта резервирования. Рассмотрим расчёт надёжности без учёта резервирования. Вероятность того, что в определённом промежутке времени в каком-либо оборудовании системы не произойдёт отказ, называется вероятностью безотказной работы  $P(t)$ . Если предположить, что в случае отказа оборудования будут представлены как независимые друг от друга события, то мы сможем определить вероятность рабочего состояния системы с помощью следующей формуле [3]:

$$P(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t) = P_1(t)P_2(t)P_3(t)\dots P_n(t) \quad (1)$$

где  $P_i(t)$  – вероятность того, что  $i$ -ый элемент системы будет работать безотказно,  $n$  – количество элементов в комплексе.

Возможность того, что в каком-либо промежутке времени произойдёт поломка оборудования комплекса, называется вероятностью появления отказа  $F(t)$ . В этом случае вероятность отказа оборудования рассчитывается по формуле:

$$F(t) = 1 - P(t) = 1 - \prod_{i=1}^n P_i(t) = \prod_{i=1}^n [1 - F_i(t)] \quad (2)$$

где  $F_i(t)$  – вероятность того, что в  $i$ -том элементе системы произойдёт отказ.

На основании [4], эксплуатационная интенсивность отказов всей системы  $\lambda$ , определяется по формуле:

$$\lambda = \sum_{i=1}^m \lambda_i \cdot K_i \cdot N_i \quad (3)$$

где  $m$  – количество групп элементов, входящих в состав системы;  $N_i, K_i$  – количество и поправочные коэффициенты  $i$ -го элемента

системы;  $\lambda_i$  - интенсивность возникновения какого-либо отказа у  $i$ -го элемента системы.

Под математическим ожиданием наработки на отказ, случившийся в первый раз, оборудования представляют такой параметр, как средняя наработка на отказ  $T_0$ .

Средняя наработка на отказ  $T_0$  определяется по формуле:

$$T_0 = \frac{1}{\lambda} \quad (4)$$

Так как вероятность безотказной работы есть функция от времени  $P(t)$ , то:

$$P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(\tau) d\tau} \quad (5)$$

Теперь рассмотрим особенности расчёта основных показателей надёжности ССН с учётом резервирования. При резервировании ССН или какой-либо важной его части, отказ системы возникает только в том случае, когда возникает поломка, как на основной, так и на резервируемой части системы. В таком случае, вероятность безотказной работы  $P_c(t)$  и вероятность отказа  $F_c(t)$  системы рассчитывается следующим образом:

$$\begin{aligned} P_c(t) &= 1 - [F(t)]^{m+1} \\ F_c(t) &= [F(t)]^{m+1} \end{aligned} \quad (6)$$

Среднее время безотказной работы системы при резервировании вычисляется следующим образом:

$$T_c = \lambda^{-1} \sum_{i=0}^m (i+1)^{-1} \quad (7)$$

где  $\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i$  - интенсивность возникновения какого-либо отказа где  $\lambda_i$  - интенсивность возникновения какого-либо отказа у  $i$ -го элемента системы.

В виду того, что ССН может состоять как из резервируемых, так и из не резервируемых частей, то при автоматизации расчётов надёжности системы необходимо пользоваться всеми перечисленными методами расчёта.

### **Заключение**

Расчёт основных показателей надёжности элементов средств РЭБ позволит спрогнозировать вероятность отказа, а также вероятность безотказной работы системы в течение определённого промежутка времени.

Эта методика применяется сейчас при создании УТС подготовке специалистов РЭБ. Применяема для подготовки специалистов других ССН.

Научный руководитель темы д.т.н. профессор Алексеев В.В., ТГТУ

### **Список используемых источников**

1. Алексеев В.В., Дикарев В.А., Потапов В.Н. Методика оценки адекватности имитационного моделирования по информационному полю в компьютерных системах освоения сложных эргатических комплексов. Информатика: проблемы, методология, технологии: материалы XII Международной научно-практической конференции, Воронеж, 9-10 февраля 2012 г.: в 2 т. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета. – Т. 1. – 2012. 7-9 с.

2. Надёжность электроснабжения: учебно-методический комплекс / сост: Зайцев Г.З., Минакова Т.Е., Сливкин А.В. – СПб.: изд-во СЗГУ, 2010. - 117 с.

3. Колюхова Е.А., Кирева Э.А., Надёжность электроснабжения промышленных предприятий. – М.: НТФ «Энергопрогресс», 2001. – 92с.

4. Учебно-методический комплекс по дисциплине «Надёжность систем электроснабжения» для студентов очной формы обучения специальности 140106.65 – «Энергообеспечение предприятий». – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2012, 175 с.