

УДК 681.3(07)

**С. В. ЛЕНКОВ<sup>1</sup>, В. Н. ЦЫЦАРЕВ<sup>1</sup>, В. О. БРАУН<sup>1</sup>,  
Ю. А. ЦАРЕВ<sup>2</sup>, Ю. В. БЕРЕЗОВСКАЯ<sup>1</sup>**<sup>1</sup> *Военный институт Киевского национального университета им. Тараса Шевченко*<sup>2</sup> *Национальная академия пограничной службы Украины*

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ И СТОИМОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ С УЧЕТОМ ИХ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА**

*Для прогнозирования показателей надежности и стоимости эксплуатации сложных объектов радиоэлектронной техники (РЭТ) с учетом их технического обслуживания и ремонта предлагается использовать имитационную статистическую модель. Предложена система параметров для формального описания характеристик сложного объекта РЭТ и процессов технического обслуживания и ремонта. Для моделирования отказов используется диффузионное немонотонное распределение. Моделируются как текущие ремонты (восстановление работоспособности), так и плановые ремонты (восполнение ресурса). Моделируется техническое обслуживание «по состоянию». Модель реализована в среде программирования Delphi. Приводится пример результатов моделирования.*

**Ключевые слова:** объект радиоэлектронной техники, техническое обслуживание, имитационная статистическая модель, надежность, моделирование.

### **Введение**

Под сложным объектом радиоэлектронной техники (РЭТ) понимается технический объект, состоящий из большого количества разнотипных комплектующих элементов (десятки, сотни тысяч), подавляющее большинство из которых являются радиоэлектронные элементы. В состав объекта РЭТ, как правило, входит также некоторое количество механических, электромеханических, гидравлических и других типов элементов. Типичным примером таких объектов являются радиолокационные станции, автоматизированные системы управления различного назначения и т.п.

Сложный объект РЭТ почти всегда имеет встроенную систему технического диагностирования, с помощью которой осуществляется повседневный контроль технического состояния (ТС) объекта, поиск и устранение неисправностей (текущий ремонт). Для обеспечения требуемого уровня безотказности объекта РЭТ в процессе его эксплуатации проводится техническое обслуживание (ТО) и плановые ремонты (ПР).

ТО предназначается для предотвращения некоторой части отказов наименее надежных элементов объекта за счет проведения проверочно-регулирующих работ, замены технических жидкостей и масел, превентивных замен элементов, находящихся в предотказовом состоянии. В результате ТО происходит «разрежение» потока отказов объекта и, следовательно, повышается уровень его безотказности.

ПР предназначаются для восполнения ресурса

объекта, проводятся в заранее запланированные моменты времени. При проведении ПР обычно производится замена значительной части элементов объекта. Чем больше количество заменяемых элементов, тем больше величина ресурса, восполняемого в результате выполнения ПР.

Текущий ремонт (ТР) предназначен только для восстановления работоспособности объекта, проводится в случайные моменты времени, каждый раз при возникновении отказа объекта. В отличие от ПР, при ТР производится замена одного или только небольшого числа элементов, отказ которых привел к отказу объекта.

Очевидно, что ТО и ремонты (ТОиР) требуют существенных экономических затрат, которые желательно минимизировать. Для определения путей и способов минимизации этих затрат необходимы математические модели, с помощью которых можно было бы оценить, как проведение ТО и ПР может повысить уровень безотказности объекта. Наличие таких моделей может помочь разработчику объекта РЭТ сопоставить затраты, требуемые для введения в конструкцию объекта технических средств, необходимых для обеспечения технологичности операций ТОиР, с тем выигрышем в уровне безотказности и стоимости эксплуатации, который может быть получен за счет ТОиР. И по результатам такого сопоставления принимать оптимальные конструктивные решения.

Таким образом, нужна математическая модель, с помощью которой устанавливается зависимость

показателей надежности и стоимости эксплуатации объекта РЭТ от характеристик самого объекта и параметров процесса ТОиР. В данной статье в качестве такой модели предлагается имитационная статистическая модель (ИСМ), с помощью которой такие зависимости можно получить.

### Формальное описание характеристик сложного объекта РЭТ

Объект РЭТ представляет собой сложную техническую систему, которая имеет свои структурные, надежность и стоимостные характеристики. В предлагаемой модели совокупность всех параметров объекта представляется следующими тремя обобщенными параметрами:

**Параметр Б** характеризует свойства безотказности, состав и структуру объекта

$$B = \left\{ E_0, G, \left\{ \langle T_{срi}, v_i, te_i, ts_i \rangle; i = \overline{1, |E_0|} \right\} \right\}, \quad (1)$$

где  $E_0$  – множество всех *отказывающих* элементов (элементов, входящих в структурную схему надежности объекта);

$G$  – параметр, определяющий конструктивную структуру объекта (дерево конструктивной структуры);

$\langle T_{срi}, v_i, te_i, ts_i \rangle$  – параметры, характеризующие отдельные элементы:  $T_{срi}$  – средняя наработка до отказа  $i$ -го элемента;  $v_i$  – коэффициент вариации случайной наработки до отказа;  $te_i$  – тип элемента;  $ts_i$  – тип надежностной структуры элемента ( $i = \overline{1, |E_0|}$ ).

Каждый элемент  $e_i \in E_0$  может быть *простым* ( $te_i = 0$ ), то есть рассматриваться как целое, без уточнения его внутренней структуры, или *составным* ( $te_i = 1$ ), содержащим другие элементы, которые, в свою очередь, могут быть как составные, так и простые. На рис. 1 показан примерный вид дерева конструктивной структуры объекта  $G$ . Составные элементы изображены прямоугольниками, простые элементы – кружками.

Надежностная структура составного элемента может быть трех типов: одиночный элемент ( $ts_i = 0$ ), последовательное соединение однотипных элементов ( $ts_i = 1$ ) или параллельное соединенных однотипных элементов ( $ts_i = 2$  – постоянное резервирование;  $ts_i = 3$  – замещающее резервирование). Таким образом, представляемая в модели надежно-

стная структура объекта в целом является последовательно-параллельной.

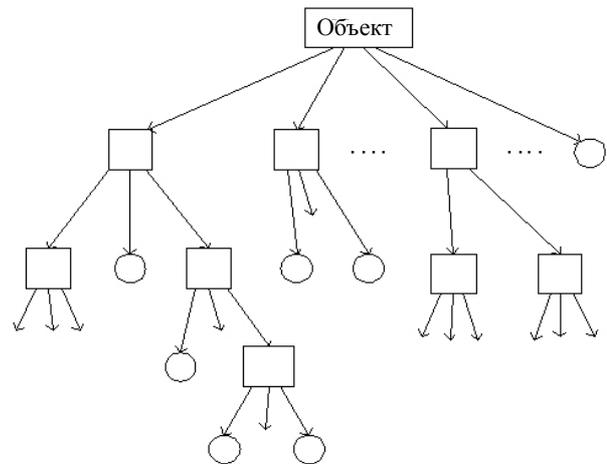


Рис. 1. Дерево конструктивной структуры объекта РЭТ

**Параметр В** определяет свойство восстанавливаемости (ремонтпригодности) объекта. Параметр представляется следующим набором данных

$$V = \left\{ \tau_{ктс}, \tau_{пн}, \left\{ \langle \tau_{замi}, \tau_{тоi}, P_{замi} \rangle; i = \overline{1, |E_0|} \right\} \right\}, \quad (2)$$

где  $\tau_{ктс}$  – средняя продолжительность контроля технического состояния объекта;

$\tau_{пн}$  – средняя продолжительность поиска неисправности;

$\tau_{замi}$  – среднее время замены  $i$ -го элемента;

$\tau_{тоi}$  – средняя продолжительность операции ТО;

$P_{замi}$  – вероятность замены элемента при проведении ТО.

**Параметр С** определяет стоимостные характеристики объекта

$$C = \left\{ C_{ктс}, C_{пн}, \left\{ \langle C_{0i}, C_{замi}, C_{тоi} \rangle; i = \overline{1, |E_0|} \right\} \right\}, \quad (3)$$

где  $C_{ктс}$  – стоимость операции контроля технического состояния объекта;

$C_{пн}$  – стоимость операции поиска неисправности;

$C_{0i}$  – стоимость  $i$ -го элемента;

$C_{замi}$  – стоимость операции замены  $i$ -го элемента;

$C_{тоi}$  – стоимость операции ТО  $i$ -го элемента ( $i = \overline{1, |E_0|}$ ).

### Формальные параметры процесса ТО

ТО объекта РЭТ проводится в соответствии с принципом ТО «по состоянию» (ТОС), суть которого состоит в следующем [1]. В процессе эксплуатации производится периодический контроль ТС объекта и в зависимости от результатов контроля выполняются (или не выполняются) те или иные операции ТО. Будем полагать, что для объекта определено множество обслуживаемых элементов  $E_{ТО}$  ( $E_{ТО} \subset E_o$ ) и для каждого элемента  $e_i \in E_{ТО}$  существует *определяющий параметр* (ОП). Согласно [2] под ОП понимается физический или функциональный параметр, значение которого определяет работоспособность элемента (элемент становится неработоспособным при достижении определяющим параметром критического значения). Обозначим  $u_i(t)$  нормированное значение ОП  $i$ -го элемента, измеренное в момент времени  $t$ . Значение  $u_i(t) = 0$  соответствует номинальному значению ОП, значение  $u_i(t) = 1$  является критическим, при достижении которого наступает отказ элемента. Функцией  $u_i(t)$  описывается случайный процесс деградации  $i$ -го элемента, заканчивающийся рано или поздно его отказом. В [2] введено понятие вероятностно-физической модели отказов (ВФ-модели), в которой связываются вероятностные характеристики ОП с функцией распределения наработки до отказа элемента. С помощью рисунка 2 поясняется физический смысл этой связи. Наиболее универсальной из ВФ-моделей является диффузионное немонотонное распределение (DN-распределение). В [3] показано,

что с помощью DN-распределения хорошо описываются закономерности отказов как электронных элементов, так и механических узлов.

В качестве критерия необходимости проведения ТО (или замены) элемента введем понятие уровня ТО  $u_{ТОi}$ . Если текущее значение ОП  $i$ -го элемента  $u_i(t)$  достигло или превысило уровень ТО  $u_{ТОi}$ , то в этом случае необходимо проводить ТО (замену) элемента.

С учетом всего сказанного для формального описания стратегии ТОС с постоянной периодичностью контроля введем следующие параметры

$$P_{ТО} = \{ \tau_{ТОa}, E_{ТО}, U_{ТО}, T_k \}, \quad (4)$$

где  $P_{ТО}$  – обозначение обобщенного параметра системы ТОС;

$\tau_{ТОa}$  – административное время ТО (подготовительные операции);

$E_{ТО}$  – множество потенциально обслуживаемых элементов;

$U_{ТО} = \{ u_{ТОi}; i = 1, |E_{ТО}| \}$  – вектор уровней ТО  $u_{ТОi}$ , которые в общем случае различны для различных элементов  $e_i \in E_{ТО}$ ;

$T_k$  – периодичность контроля объекта.

На практике далеко не для всех элементов существуют ОП и для еще меньшей их части ОП можно легко измерить. Благодаря применению модели DN-распределения имеется возможность постулировать существование ОП для любого элемента и

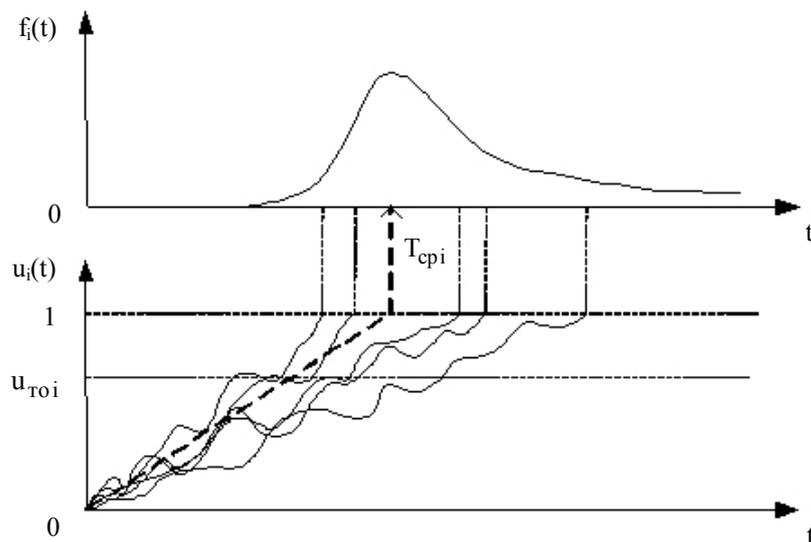


Рис. 2. Процесс деградации определяющего параметра

использовать это при моделировании. Разработчик (пользователь модели) может включить в множество  $E_{то}$  и элементы, для которых отсутствуют ОП. И если по результатам моделирования окажется, что обслуживание данного элемента может привести к значительному (с точки зрения разработчика) выигрышу в уровне безотказности объекта, это может послужить убедительным обоснованием для разработки и введения в аппаратуру технических средств для измерения ОП данного элемента.

### Формальные параметры процесса ПР

Система плановых ремонтов (СПР), которая моделируется в ИСМ, описывается следующими параметрами

$$P_{пр} = \left\{ N_{пр}, \left\{ \left\langle P_{прj}, R_{прj}, C_{прj}, \tau_{прj} \right\rangle; j = \overline{1, N_{пр}} \right\} \right\}, \quad (5)$$

где  $N_{пр}$  – число видов ПР;

$P_{прj}$  – процент замены элементов при ПР  $j$ -го вида;

$R_{прj}$  – межремонтный ресурс, установленный для ПР  $j$ -го вида;

$C_{прj}$  – стоимость ПР  $j$ -го вида;

$\tau_{прj}$  – продолжительность проведения ПР  $j$ -го вида.

Предполагается, что процент замены элементов  $P_{прj}$  однозначно определяет множество ремонтируемых (заменяемых) при ПР элементов  $E_{прj}$ . Множество  $E_{прj}$  определяется как подмножество наименее надежных элементов, взятых из множества  $E_0$ . Число элементов подмножества  $E_{прj}$  для заданного значения  $P_{прj}$  определяется следующим выражением

$$\left| E_{прj} \right| = \left[ \left| E_0 \right| \cdot P_{прj} / 100 \right], \quad (6)$$

где квадратные скобки обозначают операцию взятия целой части.

Таким образом, множество  $E_{прj}$  можно определить как первые  $\left| E_{прj} \right|$  элементов, взятые из множества  $E_0$ , упорядоченного по возрастанию средней наработки до отказа элементов. Параметры  $C_{прj}$  и  $\tau_{прj}$  в (5) определяются через процент замены  $P_{прj}$  (опосредованно через подмножества  $E_{прj}$ ),

но могут и задаваться как исходные данные.

Моделирование ПР в рамках ИСМ заключается в имитации замены на новые всех элементов множества  $E_{прj}$  в моменты времени выполнения ПР.

### Структурная схема алгоритма ИСМ

В ИСМ воспроизводится (имитируется) процесс, структура которого описывается графом состояний и переходов, изображенным на рис. 3.

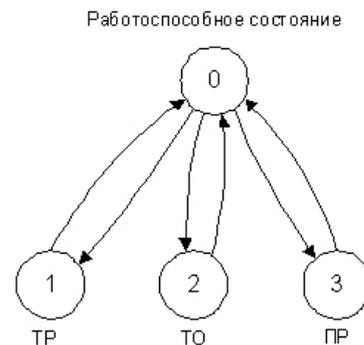


Рис. 3. Граф состояний и переходов моделируемого процесса

В модели используется понятие “календаря событий” (КС), суть которого кратко состоит в следующем. В оперативной памяти ПК создается массив (представляющий календарь событий), в который записываются значения запланированных моментов времени моделируемых событий. В процессе моделирования периодически осуществляется “просмотр” всех элементов массива и определение наименьшего (ближайшего) из запланированных моментов времени. Найденное минимальное значение принимается в качестве текущего модельного времени, а соответствующее ему событие – в качестве текущего события. Затем производится “обработка” текущего события, которая заключается в имитации действий, составляющих суть этого события. После обработки события производится его перепланирование – рассчитывается момент времени следующего наступления события этого типа и сохранение нового значения времени в КС.

События «отказ» имитируются для всех элементов  $e_i \in E_0$ . Обработка события «отказ» заключается в накоплении статистики об отказах и генерировании и запоминании в КС случайного значения наработки элемента до следующего отказа.

Событие «восстановление» явно не планируется, неявно учитывается при планировании следующего отказа. Обработка события «восстановление» заключается в накоплении статистики о продол-

жительности восстановления.

События «ТО» планируются по-разному, в зависимости от выбранной стратегии ТО. Если выбрана стратегия ТОС, время следующего ТО является случайным, его значение зависит от текущего ТС объекта.

События «ПР» планируются в соответствии с заданными детерминированными параметрами СПР. Запланированное время следующего ПР определяется как текущее время плюс межремонтный ресурс, установленный для данного вида ПР. Обработка события «ПР» заключается в имитации обновления всех элементов, подлежащих замене при данном ПР. Обновление элементов (так же, как и при ТО) имитируется путем перепланирования запланированных ранее моментов времени их отказов, новые значения времени отказа элементов сохраняются (запоминаются) в КС.

Описанный процесс последовательного «просмотра» КС и обработки событий «отказ», «ТО» и «ПР» повторяется циклически в течение всего времени моделирования.

**Исходной информацией** для модели являются:

- параметры объекта  $B, V$  и  $C$ ;
- параметры системы ТОиР  $P_{ТО}$  и  $P_{ПР}$ ;

– параметры моделирования, к которым относятся:

$T_3$  – заданная продолжительность эксплуатации объекта;

$\varepsilon^{TP}$  – требуемая точность результатов (относительная ошибка);

$N_I^{\max}$  – максимальное число реализаций моделирования.

**Выходной информацией** модели являются оценки следующих показателей качества процесса ТОиР:

$T_0 = T_0(B, V, P_{ТО}, P_{ПР})$  – средняя наработка на отказ объекта;

$T_B = T_B(B, V, P_{ТО}, P_{ПР})$  – среднее время восстановления;

$K_r = K_r(B, V, P_{ТО}, P_{ПР})$  – коэффициент готовности;

$K_{ти} = K_{ти}(B, V, P_{ТО}, P_{ПР})$  – коэффициент технического использования;

$c_3 = c_3(B, V, C, P_{ТО}, P_{ПР})$  – удельная стоимость эксплуатации объекта.

Помимо указанных точечных показателей в качестве выходной информации в результате моделирования формируется оценка функции параметра потока отказов объекта  $\Omega(t) = \Omega(t/B, V, P_{ТО}, P_{ПР})$ , которая содержит в себе весьма важную информа-

цию о динамике свойства безотказности объекта в процессе его эксплуатации.

Все получаемые с помощью ИСМ оценки показателей зависят как от параметров объекта РЭТ, так и от параметров процесса ТОиР.

На рис. 4 изображена укрупненная структурная схема алгоритма ИСМ. Работа алгоритма кратко состоит в следующем.

Оператор 1 осуществляет ввод исходных данных. Основная часть исходных данных вводится из базы данных (БД) модели. Оператор 2 устанавливает начальные значения всех переменных, в которых будет накапливаться необходимая статистика. Устанавливается также начальное значение переменной  $N_I$  – числа выполненных итераций моделирования.

Оператор 3 генерирует и сохраняет в КС моменты времени первых событий. Моменты времени первых отказов определяются путем генерирования случайных чисел, подчиненных DN-распределению с параметрами  $T_{срi}$  и  $v_i$  элементов  $e_i \in E_0$ . Оператор 4 определяет текущее модельное время  $t$  путем поиска наименьшего значения в КС. Одновременно определяется тип текущего события.

Оператор 5 проверяет условие завершения текущей итерации моделирования. Если время  $t$  не вышло за пределы заданного периода эксплуатации  $T_3$  ( $t < T_3$ ), то это означает, что текущая итерация еще не завершилась, и далее выполняются операторы 6–16. Если текущее событие «отказ», то выполняются операторы 7 и 8, осуществляющие его обработку.

Операторы 10–12 обрабатывают событие «ТО». Моделирование ТО заключается в проверке для всех обслуживаемых элементов  $e_i$  условия  $u_i(t) \geq u_{ТОi}$  ( $\forall e_i \in E_{ТО}$ ).

Для тех элементов, для которых это условие выполнилось, в КС производится перепланирование моментов времени их отказа (этим имитируется их обновление). Измерение ОП  $u_i(t)$  имитируется вычислением по формуле

$$u_i(t) = (t - t_{0i}) / (t_i - t_{0i}), \quad (7)$$

где  $t$  – текущее время контроля;

$t_{0i}$  – время последнего обновления  $i$ -го элемента;

$t_i$  – запланированное (модельное) время отказа  $i$ -го элемента.

Операторы 13–16 обрабатывают событие «ПР».

Если при выполнении оператора 5 выполнилось условие  $t \geq T_3$ , то управление передается операторам 17–21. Назначение этих операторов должно

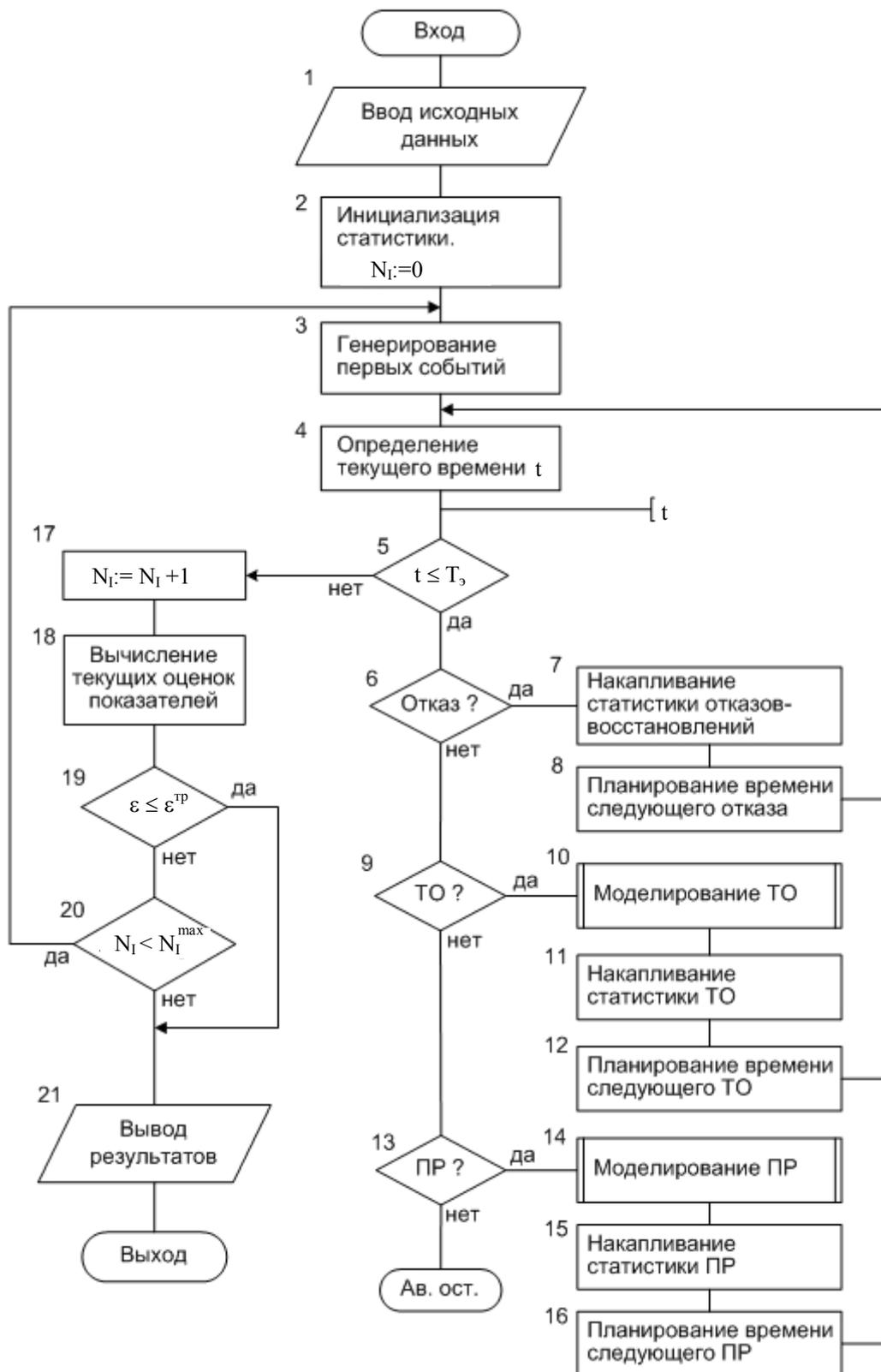


Рис. 4. Структурная схема алгоритма имитационной статистической модели

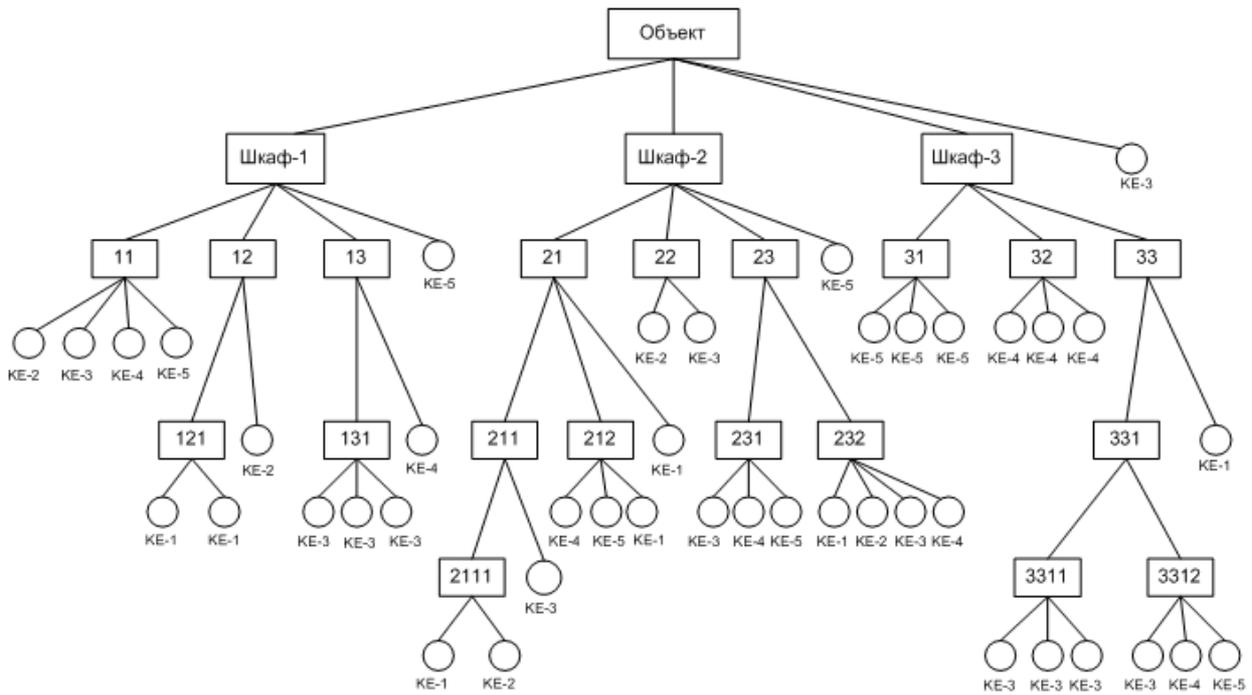


Рис. 5. Конструктивная структура тестового объекта

быть понятно из структурной схемы алгоритма без дополнительных пояснений.

ИСМ реализована программно в системе программирования Delphi [4] (программа ISMPN). Программа ISMPN интегрирована с БД, в которую вводится вся информация об объекте РЭТ (параметры Б, В и С) и параметры  $P_{\text{ТОС}}$  и  $P_{\text{ПР}}$ . БД модели реализована средствами СУБД InterBase [5].

### Пример результатов моделирования

Для примера была создана БД для тестового объекта, конструктивная структура которого изображена на рис. 5. Все составные элементы имеют последовательную надежностную структуру. Для всех простых элементов (элементов нижнего конструктивного уровня) заданы значения средней наработки до отказа  $T_{\text{ср}}$  в диапазоне  $20 \div 100$  тыс. ч., коэффициент вариации  $v = 1,0$ .

Параметры моделирования зададим следующие

$$T_0 = 20 \text{ лет}; \varepsilon^{\text{ТР}} = 0,01; N_1^{\text{max}} = 200.$$

Результаты моделирования отображаются на экране ПК (рис. 6). В центральной части экрана отображается график функции параметра потока отказов  $\Omega(t/B, V, P_{\text{ТО}}, P_{\text{ПР}})$ , слева внизу отображаются полученные в результате моделирования оценки показателей надежности и стоимости эксплуатации объекта РЭТ.

На рисунке 6 показаны результаты, полученные для случая, если ТО и ПР не проводятся. Для этого случая мы получили прогнозируемое значение средней наработки на отказ  $\tilde{T}_0 \approx 760$  ч.

Привести и проанализировать результаты моделирования с учетом ТО и ПР в рамках одной статьи не представляется возможным. Примеры моделирования с ТО и ПР можно найти в [6].

Точность и адекватность разработанной модели проверялась по результатам моделирования при задании экспоненциального распределения случайной наработки до отказа элементов объекта. Статистическая точность получаемых оценок показателей (определяемая 95%-м доверительным интервалом) существенно зависит от числа отказов объекта в течение периода  $T_0$  и в большинстве случаев не превышает 10–20%.

### Заключение

Разработанная ИСМ является эффективным инструментом для прогнозирования и анализа показателей надежности и стоимости эксплуатации сложного объекта РЭТ с учетом проведения ТО и ПР.

В модели в достаточно полной мере учтены как характеристики самого объекта РЭТ, так и параметры принятых для данного объекта систем ТО и ПР. Модель может использоваться как на этапе создания объекта РЭТ, так и на этапе его эксплуатации.

ИСМ может использоваться также при решении задач оптимизации параметров ТО и ПР.

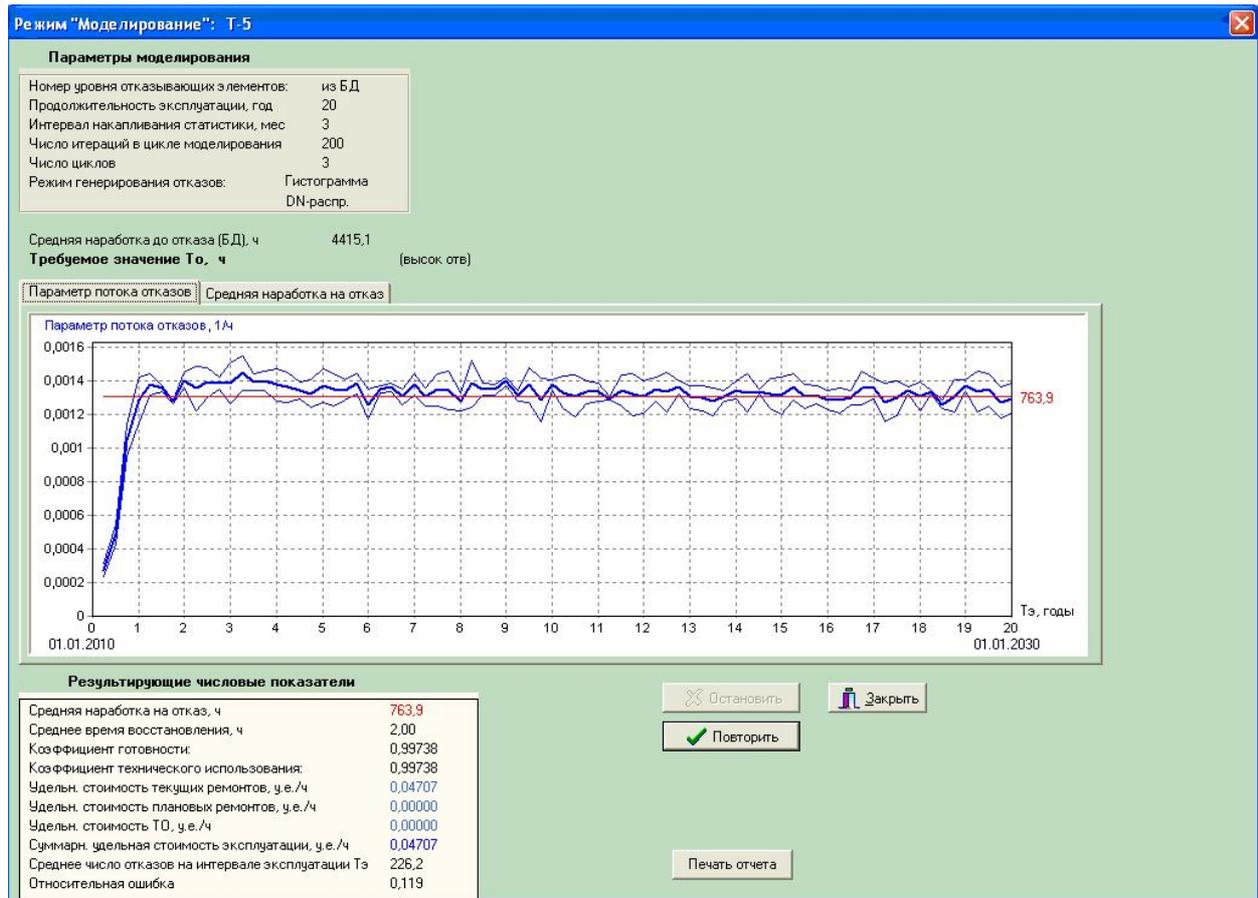


Рис. 6. Вид экрана ПК после завершения моделирования

## Литература

1. Барзилович, Е. Ю. Модели технического обслуживания сложных систем [Текст] / Е. Ю. Барзилович. – М. : Высш. школа, 1982. – 231 с.
2. ГОСТ 27.005-97. Надежность в технике. Модели отказов. Основные положения [Текст]. – Введ. 1999–01–01. – 45 с.
3. Стрельников, В. П. Оценка и прогнозирование надежности электронных элементов и систем [Текст] / В. П. Стрельников, А. В. Федухин. – К. : Логос, 2002. – 486 с.
4. Дарахвелидзе, П. Г. Программирование в Delphi 7 [Текст] / П. Г. Дарахвелидзе, Е. П. Марков.

– СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 784 с.

5. Ковязин, А. Мир InterBase. Архитектура, администрирование и разработка приложений баз данных в InterBase/Firebird/Yaffil [Текст] / А. Ковязин, С. Востриков. – М. : КУДИЦ-ОБРАЗ, 2002. – 496 с.

6. Моделирование и оптимизация процессов технического обслуживания сложных объектов радиоэлектронной техники [Текст]: моногр. / Ю. В. Березовская, К. Ф. Боряк, В. О. Браун, С. В. Ленков, В. А. Осыпа, С. А. Пашков, В. Н. Цыцарев; под ред. С. В. Ленкова. – Николаев : Сент-Гросс, 2012. – 150 с.

Поступила в редакцию 27.03.2014, рассмотрена на редколлегии 19.05.2014

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф., проф. Института информационных технологий А. И. Сбитнев, Национальный университет обороны Украины, Киев.

**ПРОГНОЗУВАННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ВАРТОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СКЛАДНИХ ОБ'ЄКТІВ  
РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ З УРАХУВАННЯМ ЇХ ТЕХНІЧНОГО  
ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ**

*С. В. Ленков, В. М. Цицарев, В. О. Браун, Ю. О. Царьов, Ю. В. Березовська*

Для прогнозування показників надійності та вартості експлуатації складних об'єктів радіоелектронної техніки (РЕТ) з урахуванням їх технічного обслуговування і ремонту пропонується використовувати імітаційну статистичну модель. Запропоновано систему параметрів для формального опису характеристик складного об'єкта РЕТ та процесів технічного обслуговування і ремонту. Для моделювання відмов використовується дифузійний немонотонний розподіл. Моделюються як поточні ремонти (відновлення працездатності), так і планові ремонти (поповнення ресурсу). Моделюється технічне обслуговування «за станом». Модель реалізована в середовищі програмування Delphi. Наводиться приклад результатів моделювання.

**Ключові слова:** об'єкт радіоелектронної техніки, технічне обслуговування, імітаційна статистична модель, надійність, моделювання.

**PREDICTING THE RELIABILITY AND COST OF OPERATION COMPLICATED OBJECTS  
RADIO OF ELECTRONIC TECHNOLOGY IN ACCORDANCE WITH THEIR MAINTENANCE  
OPERATION AND REPAIR**

*S. V. Lenkov, V. N. Tsitsarev, V. O. Braun, Y. A. Tsarev, J. V. Berezovskaya*

For predicting the indexes of reliability and cost of operation of complicated objects radio of electronic technology (RET) in accordance with their maintenance service and repair is offered to use the imitation statistical model. Provides a system parameters for the formal description of characteristics of complicated objects RET and process maintenance service and repair. For modeling the denials is using a diffusional nonmonotonic distribution. Are modeled as operating repairs (restoration of working capacity), and planned repairs (replenishment of resources). Modeled by maintenance service «as of». The model is implemented in a programming environment Delphi. An example is given of simulation results.

**Key words:** objects radio of electronic technology, maintenance service, the imitation statistical model, reliability, modeling.

**Ленков Сергей Васильевич** – д-р техн. наук, проф., начальник научно-исследовательского центра, Военный институт Киевского национального университета им. Тараса Шевченко, Киев, Украина, e-mail: lenkov\_s@ukr.net.

**Цицарев Вадим Николаевич** – канд. техн. наук, доцент, ведущий научный сотрудник научно-исследовательского центра, Военный институт Киевского национального университета им. Тараса Шевченко, Киев, Украина.

**Браун Вадим Олегович** – канд. техн. наук, доцент, вед. науч. сотр. научно-исследовательского центра, Военный институт Киевского национального университета им. Тараса Шевченко, Киев, Украина.

**Царев Юрий Александрович** – канд. психол. наук, ст. науч. сотр., Национальная академия пограничной службы Украины, Хмельницкий, Украина.

**Березовская Юлия Владимировна** – вед. инженер, Военный институт Киевского национального университета им. Тараса Шевченко, Киев, Украина.