

УДК 681.3(07)

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СЛОЖНОГО ВОССТАНАВЛИВАЕМОГО ОБЪЕКТА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

**Ленков С.В., Боряк К. Ф.,
Салимов Р.М., Цыцарев В.Н.**

*Военный институт Киевского национального университета им. Т. Шевченко
Просп. Академика Глушкова, 2, корп. 8, Киев, 03680, Украина*

В статье приводятся общие сведения о программном обеспечении, предназначенном для компьютерной поддержки методики определения оптимальных параметров системы технического обслуживания сложного восстанавливаемого объекта.

Методика определения оптимальных параметров системы технического обслуживания (СТО) сложного восстанавливаемого объекта телекоммуникационной техники (ТКТ) полностью основана на применении имитационной статистической модели, которая реализована программно (программа ISMPN) [1,2]. Поэтому и рассматриваемая в статье методика основана на использовании специально разработанного для этой цели программного обеспечения (ПО), которое реализовано в рамках программы ISMPN.

Прежде чем рассматривать само ПО, в начале необходимо пояснить суть решаемой задачи. Формально задача определения оптимальных параметров СТО (для случая одного вида ТО) описывается следующими соотношениями [1]:

$$\begin{aligned} T_0(n_{\text{то}}^*, T_{\text{то}}^*) &\geq T_0^{\text{тп}}; \\ K_{\text{ти}}(n_{\text{то}}^*, T_{\text{то}}^*) &= \max K_{\text{ти}}(n_{\text{то}}, T_{\text{то}}); \\ c_{\text{уд}}(n_{\text{то}}^*, T_{\text{то}}^*) &= \min c_{\text{уд}}(n_{\text{то}}, T_{\text{то}}); \\ K_3(n_{\text{то}}^*, T_{\text{то}}^*) &= \max K_3(n_{\text{то}}, T_{\text{то}}), \end{aligned} \tag{1}$$

где $T_0(n_{то}, T_{то})$ - средняя наработка на отказ объекта ТКТ;
 $K_{ти}(n_{то}, T_{то})$ - коэффициент технического использования;
 $c_{уд}(n_{то}, T_{то})$ - удельные затраты стоимости на эксплуатацию;
 $K_э(n_{то}, T_{то})$ - коэффициент эффективности ТО;
 $n_{то}^*$ и $T_{то}^*$ - искомые оптимальные значения числа обслуживаемых (4)

(обновляемых) элементов $n_{то}$ и периодичности ТО $T_{то}$.

В этой постановке задачи показатели $T_0, K_{ти}, c_{уд}$ и $K_э$ - это целевые функции (ЦФ), а $n_{то}$ и $T_{то}$ - параметры задачи. Постановку задачи (1) словесно формулируется так:

требуется найти такие значения параметров $n_{то}^*$ и $T_{то}^*$, при которых значения ЦФ будут

удовлетворять требованиям (1). Ввиду сложности задачи она не может быть решена аналитическими методами, и в соответствии с предложенной в [1] методикой решается приближенно с привлечением человека-эксперта. При этом вся рутинная вычислительная работа возлагается на персональный компьютер (ПК), а функция принятия решения (выбора) возлагается на эксперта. Таким образом, назначение рассматриваемого ПО заключается (помимо рутинных расчетов) в представлении эксперту информации в виде, удобном для принятия решения.

Основные результаты. В программе ISMPN имеются два режима, поддерживающие методику определения оптимальных параметров СТО:

“База данных” - в этом режиме создается база данных (БД), в которую вводится вся необходимая информация об объекте ТКТ и параметрах СТО;

“Поиск оптимальной СТО” - в этом режиме производятся в интерактивном режиме все расчеты, обеспечивающие решение задачи (1).

В режиме “База данных” на экране ПК отображается форма, вид которой показан на рис. 1.

На этой форме имеются несколько страниц, предназначенных для ввода-редактирования различной информации БД (на рис. 1 показана страница “Состав и структура объекта”). Более детальное рассмотрение режима “База данных” выходит за рамки настоящей статьи.

В режиме “Поиск оптимальной СТО”, в котором имеются такие три подрежима:

- 1) “Варьирование периодичности ТО”;
- 2) “Варьирование объема ТО”;
- 3) “Формирование вариантов оптимальной СТО”.

Первые два режима предназначены для исследования экспертом характера целевых функций (ЦФ) в зависимости от параметров $n_{то}$ и $T_{то}$. Такое исследование необходимо для выяснения, есть ли экстремумы у ЦФ $K_{ти}, c_{уд}$ и $K_э$, и для

определения диапазонов значений параметров $n_{то}$ и $T_{то}$, в которых существуют экстремумы ЦФ.

На рис. 2 показан вид экрана ПК после моделирования в режиме “Варьирование периодичности ТО”.

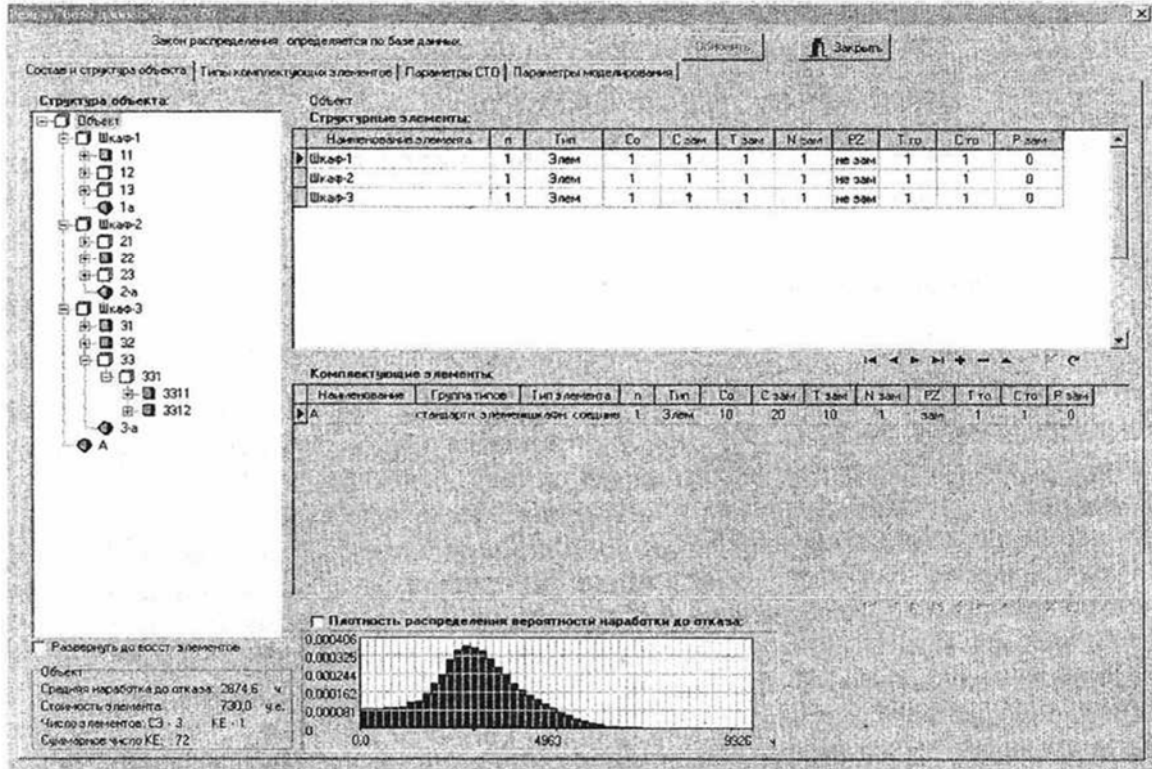


Рис.1. Форма экрана ПК в режиме “База данных” (страница “Состав и структура объекта”)

В правой части формы отображаются графики ЦФ $T_0(n_{то}, T_{то})$, $K_r(n_{то}, T_{то})$, $K_{ти}(n_{то}, T_{то})$, $c_{уд}(n_{то}, T_{то})$ и $K_з(n_{то}, T_{то})$ в зависимости от параметра $T_{то}$.

Диапазон варьирования параметра $T_{то}$ (периодичности ТО) задается с помощью компонентов редактирования, расположенных на панели в левой верхней части формы.

Графики формируются при условии, что число обслуживаемых элементов и_{то} фиксировано и определяется списком элементов, для которых включены выключатели (см. рис. 2). В средней части формы расположена таблица с числовыми значениями ЦФ, отображаемыми на графиках.

В режиме “Варьирование объема ТО” форма экрана сходна с формой в режиме “Варьирование периодичности ТО”. Из соображений экономии места ее вид мы не приводим.

В режиме “Формирование вариантов оптимальной СТО” производится моделирование при совместном варьировании параметров $n_{то}$ и $T_{то}$ в заданных для них диапазонах. На рис. 3 показан вид формы в процессе моделирования. В правой части формы отображаются семейства графиков ЦФ, получаемых при различных значениях параметра $n_{то}$.

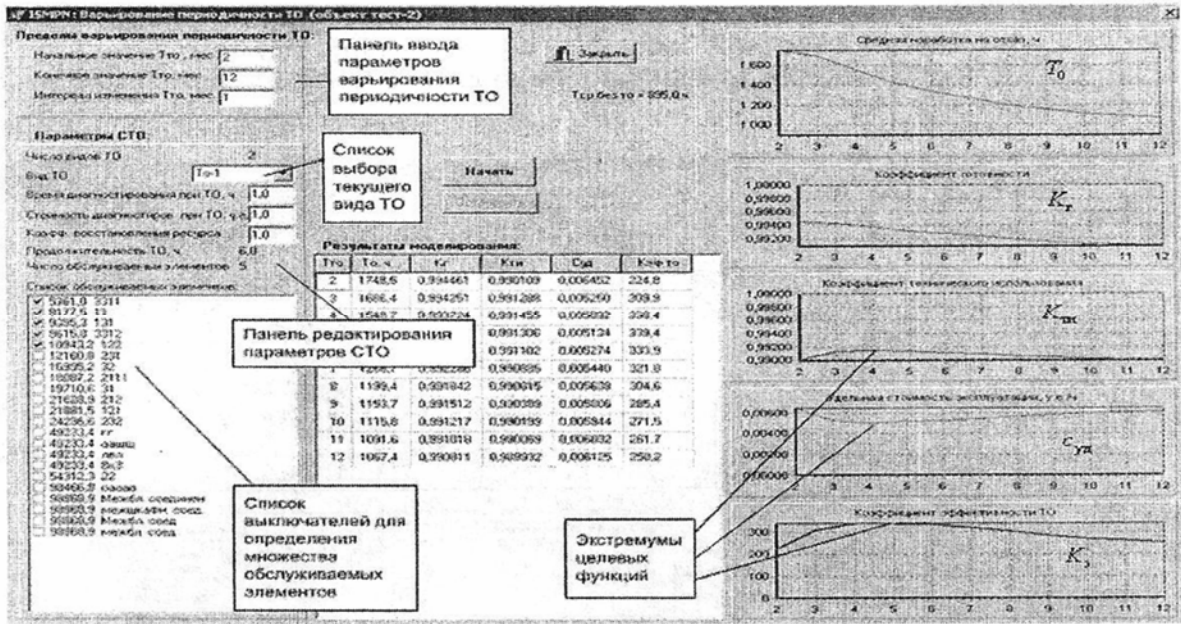


Рис. 2. Форма отображения результатов моделирования в режиме “Варьирование периодичности ТО”

В таблице в центре формы отображаются экстремальные значения функций $K_{ти}$, $C_{уд}$ и $K_{э}$, получаемые при различных значениях $n_{то}$.

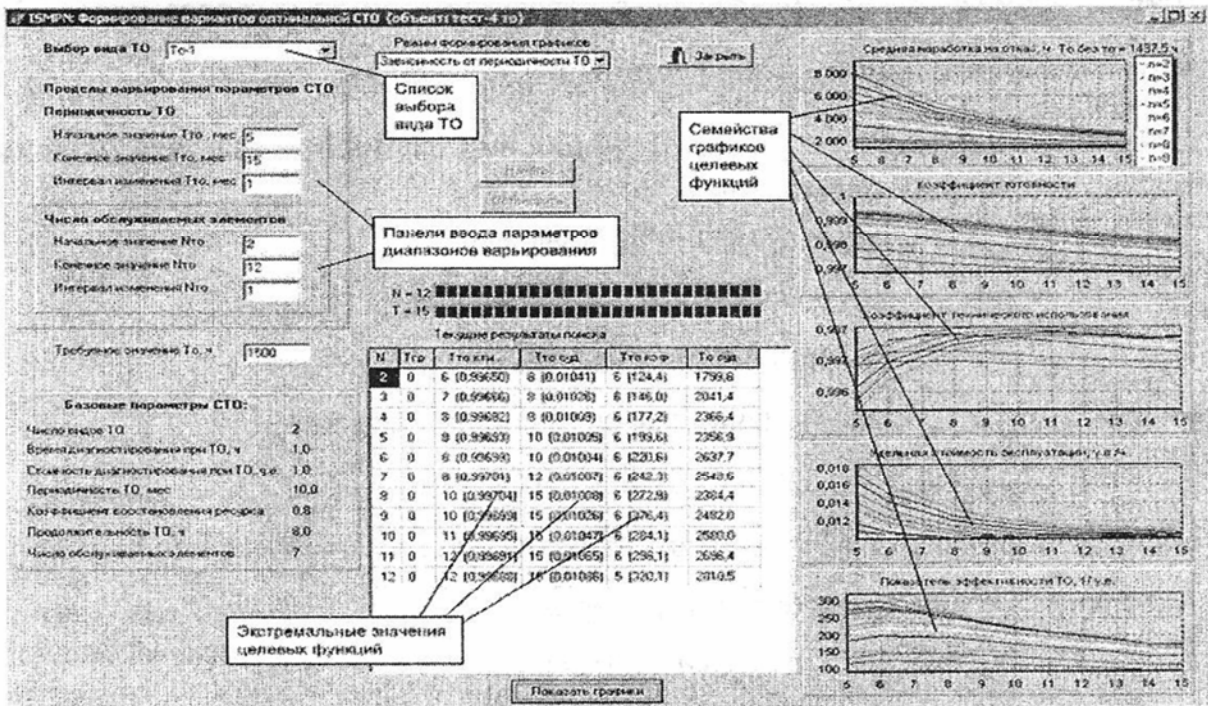


Рис. 3. Форма отображения результатов моделирования в режиме “Формирование вариантов оптимальной СТО”

После завершения процесса моделирования становится активной кнопка "Показать графики", расположенная в нижней части формы (под таблицей).

После нажатия этой кнопки отображается форма с полученными окончательными результатами (рис. 4).

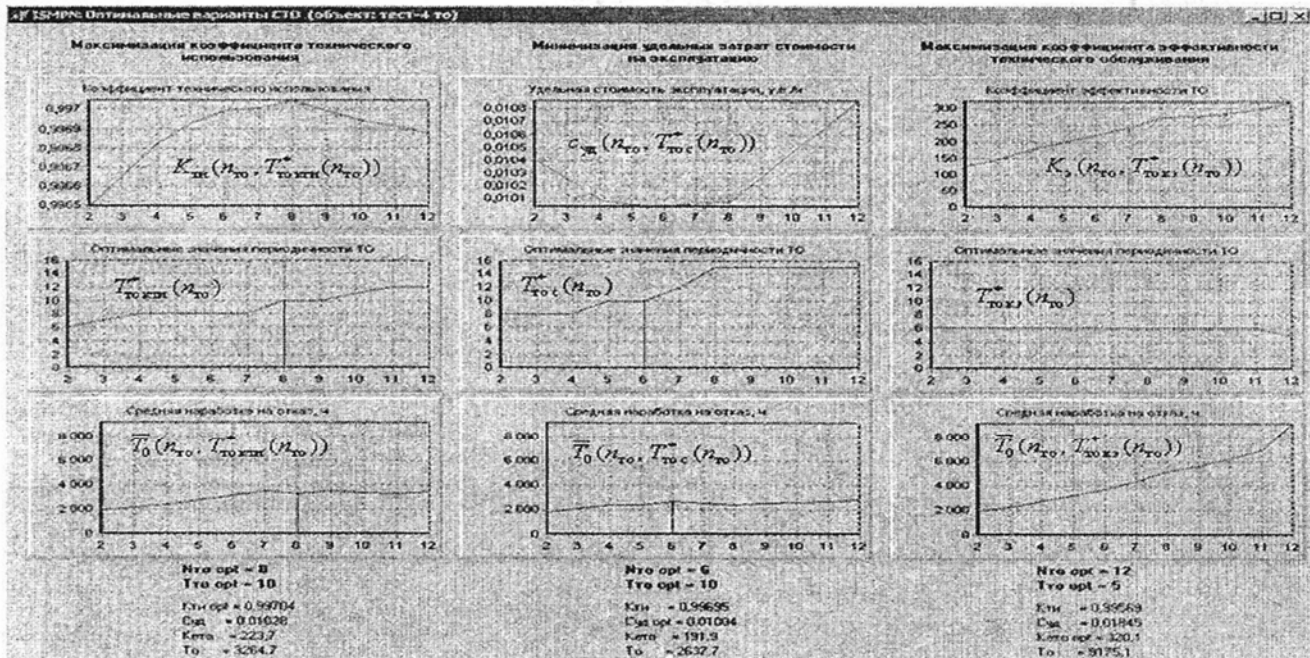


Рис. 4. Форма отображения найденных вариантов оптимальных параметров СТО

Содержание информации, отображаемой на этой форме, необходимо рассмотреть более подробно.

В левой части формы отображаются один под другим три графика зависимостей от числа обслуживаемых элементов $n_{то}$:

$K_{ти}(n_{то}, T_{то кти}^*(n_{то}))$ - коэффициент технического;

$T_{то кти}^*(n_{то})$ - периодичность ТО, оптимальная по критерию $\max K_{ти}$;

$\bar{T}_0(n_{то}, T_{то кти}^*(n_{то}))$ - средняя наработка на отказ.

Значения $T_{то кти}^*(n_{то})$ здесь получаются следующим образом:

$$T_{то кти}^*(n_{то}) : K_{ти}(n_{то}, T_{то кти}^*(n_{то})) = \max_{T_{то}} K_{ти}(n_{то}, T_{то}). \quad (2)$$

Внизу под графиками отображаются оптимальные значения параметров $n_{то кти}^*$ и

$T_{то кти}^{**}$, полученные при использовании критерия $\max K_{ти}$:

$$n_{то кти}^* : K_{ти}(n_{то кти}^*, T_{то кти}^*(n_{то кти}^*)) = \max_{n_{то}} K_{ти}(n_{то}, T_{то кти}^*(n_{то}));$$

$$T_{то кти}^{**} = T_{то кти}^*(n_{то кти}^*). \quad (3)$$

В центре формы расположены графики:

$c_{уд}(n_{то}, T_{тоc}^*(n_{то}))$ - удельная стоимость эксплуатации;

$T_{тоc}^*(n_{то})$ - периодичность ТО, оптимальная по критерию $\min c_{уд}$; $\bar{T}_0(n_{то}, T_{тоc}^*(n_{то}))$ - средняя наработка на отказ.

Значения $T_{тоc}^*(n_{то})$ здесь получаются следующим образом:

$$T_{тоc}^*(n_{то}) : c_{уд}(n_{то}, T_{тоc}^*(n_{то})) = \min_{T_{тоc}} c_{уд}(n_{то}, T_{тоc}). \quad (4)$$

Внизу под графиками отображаются оптимальные по критерию $\min c_{уд}$ значения параметров $n_{тоc}^*$ и $T_{тоc}^{**}$.

$$\begin{aligned} n_{тоc}^* : c_{уд}(n_{тоc}^*, T_{тоc}^*(n_{тоc}^*)) &= \min_{n_{тоc}} c_{уд}(n_{тоc}, T_{тоc}^*(n_{тоc})); \\ T_{тоc}^{**} &= T_{тоc}^*(n_{тоc}^*). \end{aligned} \quad (5)$$

В правой части формы расположены графики:

$K_3(n_{то}, T_{токз}^*(n_{то}))$ - показатель эффективности ТО;

$T_{токз}^*(n_{то})$ - периодичность ТО, оптимальная по критерию $\max K_3$;

$\bar{T}_0(n_{то}, T_{токз}^*(n_{то}))$ - средняя наработка на отказ.

Значения $T_{токз}^*(n_{то})$ здесь получаются следующим образом:

$$T_{токз}^*(n_{то}) : K_3(n_{то}, T_{токз}^*(n_{то})) = \max_{T_{токз}} K_3(n_{то}, T_{токз}). \quad (6)$$

Внизу под графиками отображаются оптимальные значения $n_{токз}^*$ и $T_{токз}^{**}$, полученные при использовании критерия $\max K_3$.

$$\begin{aligned} n_{токз}^* : K_3(n_{токз}^*, T_{токз}^*(n_{токз}^*)) &= \max_{n_{токз}} K_3(n_{токз}, T_{токз}^*(n_{токз})); \\ T_{токз}^{**} &= T_{токз}^*(n_{токз}^*). \end{aligned} \quad (7)$$

Таким образом, в результате моделирования эксперт получает полную информацию, достаточную для формирования близкого к оптимальному и приемлемого для практики решения задачи (1). Только эксперт, владеющий дополнительной неформализуемой информацией, может принять окончательное решение.

На рис. 5 показана схема формирования экспертом решения на основе информации, получаемой с помощью программы ISMPN.

На рисунке показан случай, когда эксперт отдал предпочтение решению, полученному по критерию $\max K_{тн}$.

Программа ISMPN разработана в системе программирования Delphi [3]. БД построена по принципу "встроенной" в программу ISMPN БД, и основана на использовании СУБД InterBase [4].

Программа 13МРҮ



Рис. 5. Схема взаимодействия эксперта с программой ISMPN при принятии решения

Выводы. Авторами разработано ПО, предназначенное для компьютерной поддержки методики определения оптимальных параметров системы технического обслуживания сложного восстанавливаемого объекта. Программа ISMPN разработана в системе программирования Delphi.

Литература

1. Боряк К.Ф. Дослідження процесу технічного обслуговування складних відновлюваних об'єктів радіоелектронної техніки за допомогою імітаційної статистичної моделі // Вісник інженерної академії України, - К., 2008. - №2. - С.85 - 91.
2. Браун В.О., Боряк К.Ф., Лантвойт О.Б., Цыцарев В.Н. Моделирование процессов технического обслуживания сложных восстанавливаемых объектов радиоэлектронной техники // Вісник інженерної академії України.- К., 2008. - №1. - С. 47 - 52.
3. Дарахвелидзе П. Г., Марков Е. П. Программирование в Delphi 7. - СПб.: БХВ-Петербург, 2004. - 784 с.
4. Ковязин А., Востриков С. Мир InterBase. Архитектура, администрирование и разработка приложений баз данных в InterBase/Firebird/Yaffil. М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2002.- 496 с.