

# Програмний комплекс для вирішення задач моделювання та оптимального керування процесами забезпечення якості радіоелектронної апаратури

М.Д. Кіселичник<sup>1</sup>, О.В. Надобко<sup>1</sup>, Л.А. Недоступ<sup>1</sup>, Л.В. Чирун<sup>1</sup>, Т.В. Шестакевич<sup>1</sup>

**Abstract** – The new version of the software to solve complex problems of modeling and optimal control processes to ensure quality of radio-electronic equipment at the stage of production is proposed.

**Keywords** – radio-electronic equipment quality ensure, production-engineering processes for radio-electronic equipment, modeling and optimization of quality assurance processes of radio-electronic equipment.

## I. ВСТУП

В Національному університеті «Львівська політехніка» під науковим керівництвом проф. Недоступа Л.А. ведуться роботи з розробки наукових основ та методології моделювання та оптимізації процесів забезпечення якості радіоелектронної апаратури (РЕА) на стадії її виготовлення. Для практичної реалізації цих розробок колективом авторів створене відповідне програмне забезпечення, в тому числі і відома діалогова автоматизована система [1]. В цій роботі пропонується нова версія програмно-методичного комплексу для вирішення задач моделювання та оптимального керування технологічними процесами (ТП) виготовлення РЕА. Комплекс призначений для вирішення наступних задач:

- побудови формалізованих, структурних та математичних моделей ТП, придатних для проведення комплексних досліджень технологічних процесів серійного виготовлення РЕА;

- аналізу ефективності типових (базових) варіантів ТП за результатами оцінки ефективності системи контролю, що дозволяє порівнювати різні варіанти організації ТП, більш обґрунтовано підходити до вибору раціональних варіантів, включаючи, в тому числі, і вибір стратегії контролю;

- оптимізації ТП шляхом оптимізації процедур контролю за критеріями якості та надійності РЕА, включаючи формування оптимальних вимог до контрольних операцій, переліку контрольованих параметрів, підбору відповідного контрольованого обладнання тощо.

Результатом вирішення вказаних задач є вибір оптимального (раціонального) варіанту організації ТП, який забезпечує відповідний рівень якості та надійності РЕА при заданих (допустимих) значеннях техніко-економічних показників.

## II. СТРУКТУРА КОМПЛЕКСУ

Програмна частина комплексу побудована з використанням модульного принципу, який передбачає наповнення комплексу функціонально орієнтованими модулями в рамках єдиного програмного та інформаційного забезпечення. Це дозволило створити універсальний та зручний в практичному застосуванні програмний продукт без обмежень на складність досліджуваних ТП, а також види (типи) РЕА. Важливо, що модульний принцип дозволяє доповнювати комплекс новими функціональними модулями без зміни самої структури, що дає можливість збільшувати функціональні можливості комплексу в цілому, змінювати перелік вирішуваних задач тощо.

В загальному вигляді структура комплексу містить три інформаційно та програмно пов'язаних полів базових модулів – поле обчислювальних модулів, призначених для реалізації відповідних обчислюваних процедур; поле оптимізаційних модулів, призначених для реалізації відповідного (вибраного) методу оптимізації; поле допоміжних та сервісних модулів, призначених для забезпечення діалогового режиму, вводу (виводу) інформації, контролю роботи комплексу та ін. Базові модулі в свою чергу використовуються для формування робочих модулів, кожен із яких призначений для реалізації відповідних системних завдань, які формуються диспетчером системних завдань згідно з методологією дослідження ТП. Доповнюється комплекс універсальною базою даних та бібліотекою моделей досліджуваних ТП.

Для прикладу на рис.1 показано вікно введення інформації про досліджуваний ТП та його техніко-економічні характеристики (назва моделі, перелік технологічних операцій, матриці імовірнісних показників, вартісні показники та ін.)



Рис. 1. Вікно введення вхідної інформації

<sup>1</sup> Національний університет «Львівська політехніка», вул. Степана. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна  
e-mail: fishmy2006@rambler.ru

Приклад введення вхідної інформації у вигляді матриці ілюструє рис. 2.

	1	2	3	4	5	6
1	0,95021	0,17995	0,09502	0,00000	0,00000	0,00000
2	0,00000	0,89974	0,09502	0,17009	0,00000	0,00000
3	0,00000	0,00000	0,95021	0,17009	0,17995	0,00000
4	0,00000	0,00000	0,00000	0,85043	0,44987	0,00000
5	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,89974	0,47511
6	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,95021

Рис. 2. Варіант введення матриці ймовірностей правильного контролю

Результати дослідження типового (базового) варіанту ТП формуються у вигляді вікна на рис. 3. Тут зображена 6-ти крокова модель ТП виготовлення друкованих плат. Додатково є можливість отримувати потрібну інформацію для кожної технологічної операції (подається у нижній частині вікна).

	1	2	3	4	5	6
1	1-1	2-1	3-1	4-1	5-1	6-1
2		2-2	3-2	4-2	5-2	6-2
3			3-3	4-3	5-3	6-3
4				4-4	5-4	6-4
5					5-5	6-5
6						6-6

Рис. 3. Вивід інформації про типовий (базовий) варіант ТП

Результати оптимізації ТП подаються як у вигляді відповідного вікна (рис. 4), так і у вигляді порівняльної діаграми (рис. 5).

Початкова точка	Крок 0,01
0,15	1,37424727159783
	0,741200904038359
	0,691209657551945
	0,536727801192061
	0,895274265468833
	0,648611850222429
	4,42143220163196

Рис. 4. Приклад реалізації методу "золотого січення" для оптимізації досліджуваного ТП

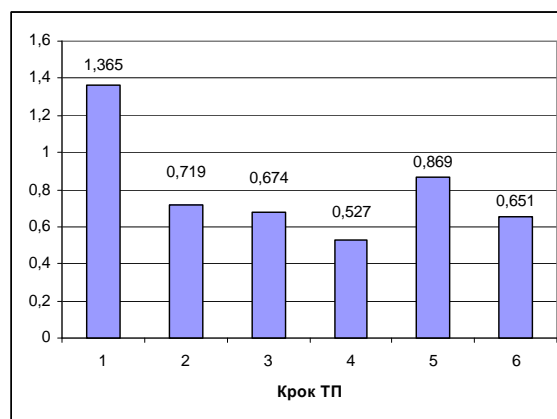


Рис. 5. Діаграма оптимальних значень параметрів глибини контролю для кожного кроку ТП

Комплекс має розвинену структуру меню та допоміжну сервісну інформацію, що забезпечує потрібну зручність у роботі і не потребує спеціальної підготовки.

Без суттєвих змін комплекс може бути адаптований до використання в якості окремої підсистеми в структурі більш глобальних систем..

### III. ВИСНОВКИ

1. Запропонована версія програмно-методичного комплексу придатна для вирішення практичних задач моделювання, дослідження та оптимізації реальних процесів виготовлення РЕА, пройшла апробацію на прикладах типових ТП виготовлення друкованих плат за різними технологіями, яка в цілому підтвердила достовірність отримуваних результатів та ефективність використання комплексу.

2. Результати оптимізації ТП відкривають можливість керування ТП шляхом вибору оптимальної (раціональної) структури ТП, оптимальної організації системи контролю, формування відповідного каталогу технологічного та контрольно-вимірювального обладнання, що в цілому гарантує найбільш раціональне використання всіх видів матеріальних та технічних ресурсів.

### СПИСОК ПОСИЛАНЬ

[1] Bobalo Yu., Nedostup L., Nadobko O., Kiselychnyk M., Lazko O. OPTAN - Software for Modelling, Analysis and Optimization of Electronic Devices Process Improvement // Przegląd Elektrotechniczny (Electrical Review). – ISSN 0033-2097. - 2009. – R. 85. - NR 4. - P. 59-61.