

Ю. Ф. Зиньковский, д-р техн. наук, В. П. Гондюл, ст. преп.,
В. В. Парахин, ст. науч. сотр.

ОЦЕНКА ОБЛАСТИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Актуальной проблемой современного радиотехнического производства является установление области целесообразного применения систем автоматизации проектирования и изготовления (САПР) функциональных узлов (ФУ) радиоэлектронной аппаратуры. Область применимости САПР для проектирования и изготовления ФУ на печатных платах (ПП) оценим по критерию экономической эффективности в таком координатном базисе: годовой объем предприятий по номенклатуре проектируемых ФУ m и годовой объем выпуска печатных плат n .

Методика определения области экономической целесообразности применения САПР основана на оценке характеристик производительности технических средств и сопоставлении суммарных затрат при автоматизированном процессе проектирования и изготовления ПП с базовым вариантом — традиционными, «ручными» методами проектирования и производства ПП.

Суммарные годовые затраты C_T на проектирование и изготовление на предприятии ПП при традиционных методах производства РЭА определяются из соотношения

$$C_T = \sum_{i=1}^l C_{Tni} m_i r_1 + C_{Tni} n_i, \quad (1)$$

где C_{Tni} — средняя стоимость проектирования одной ПП i -й группы сложности; C_{Tni} — средняя стоимость изготовления одной ПП i -й группы сложности; r_1 — коэффициент повторного проектирования ПП; l — количество групп сложности ПП.

Суммарные годовые затраты C_a при автоматизированном процессе проектирования и изготовления ПП определяются из соотношения

$$C_a = \sum_{i=1}^l (C_{ami} m_i r_2 + C_{ami} n_i) + E_n K \quad (2)$$

($C_{мпi}$ — средняя стоимость машинного проектирования одной ПП i -й группы сложности; $C_{авi}$ — средняя стоимость автоматизированного процесса изготовления одной ПП i -й группы сложности; K — капиталовложения в приобретение технических средств и разработку программного обеспечения САПР; E_n — нормативный коэффициент эффективности новой техники; r_2 — коэффициент повторного проектирования ПП в САПР).

Исходные данные для расчета параметров соотношений (1) и (2), а также предельных характеристик по производительности технических средств САПР задаются нормативными документами по проектированию и изготовлению РЭА и характеристиками программного и технического обеспечения САПР.

Экономическая эффективность автоматизации проектирования и изготовления двусторонних печатных плат оценена для САПР «КАРАТ», разработанной на кафедре радиоконструирования и производства радиоаппаратуры Киевского политехнического института [1]. Область экономической целесообразности применения САПР «КАРАТ» определяется как решение системы неравенств

$$\begin{aligned}
 C_a &\leq C_T; \\
 \sum_{i=1}^l t_{мсi} m_i &\leq T_{ЭВМ}; \\
 \sum_{i=1}^l t_{нфi} m_i &\leq T_k; \\
 \sum_{i=1}^l (t_{нрi} m_i + t_{сi} n_i) &\leq T_y; \quad m \leq n,
 \end{aligned} \tag{3}$$

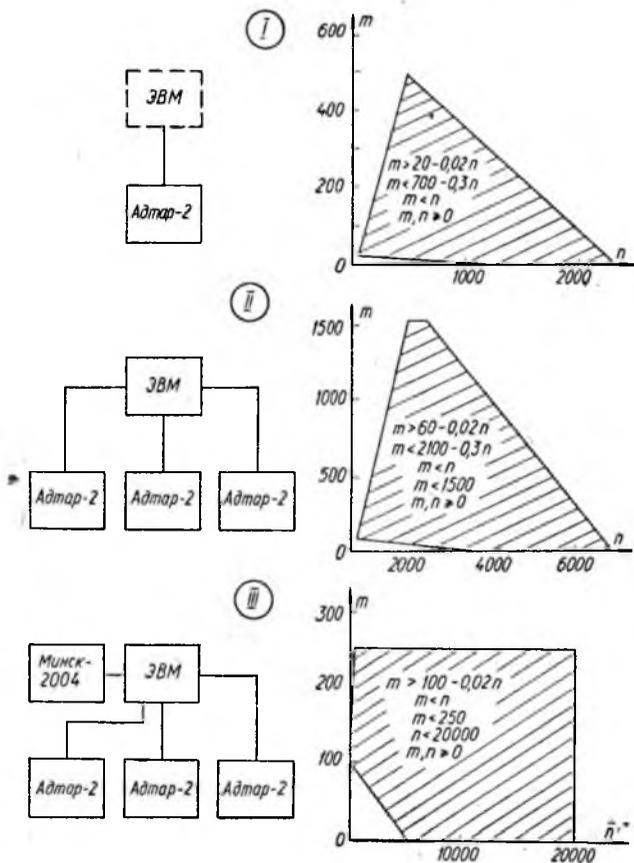
где $t_{мсi}$ — среднее время машинного решения задачи проектирования одной ПП i -й группы сложности; $T_{ЭВМ}$ — годовой фонд машинного времени ЭВМ; $t_{нфi}$ — среднее время изготовления фотошаблона на координатографе «Минск-2004» для ПП i -й группы сложности; T_k — годовой фонд времени координатографа; $t_{нрi}$ — среднее время нанесения топологического рисунка на ПП i -й группы сложности на установке «Admap-2»; $t_{сi}$ — среднее время сверления отверстий в одной ПП i -й группы на установке «Admap-2»; T_y — годовой фонд времени установки изготовления ПП «Admap-2».

На рисунке показаны области экономической целесообразности применения САПР «КАРАТ», образованные вышеприведенными ограничениями, для проектирования двусторонних печатных плат IV группы сложности (на примере ТЭЗ ЕС ЭВМ) в зависимости от состава технических средств, используемых в системе. Анализ этих областей позволяет сделать следующие выводы.

1. В условиях единичного и мелкосерийного производства целесообразна организация САПР по первой схеме, при которой пред-

приятие арендует машинное время ЭВМ для решения задач автоматизации проектирования ПП, а их изготовление производит с помощью установки «Адмар-2».

2. Для организаций с большим объемом номенклатуры проектируемых ФУ, но малым объемом выпуска ПП (например, специали-



Варианты схем организации САПР «КАРАТ» и соответствующие им области целесообразного применения

рованные конструкторские бюро) целесообразна вторая схема организации САПР «Карат», предусматривающая увеличение количества установок типа «Адмар-2» и достаточно постоянное использование ЭВМ в системе.

3. В условиях крупносерийного производства целесообразно использовать третью схему организации САПР «КАРАТ», при которой изготовление фотошаблонов ПП производится с помощью ко-

ординатографа типа «Минск-2004», а сверление отверстий в ПП — на установках «Адмар-2».

Предложенная методика оценки экономической целесообразности применения САПР может быть использована и для решения задачи оптимизации структуры САПР — определение минимального состава технических средств системы, обеспечивающих автоматизацию проектирования и изготовления ПП при заданных объемах по номенклатуре и выпуску ПП.

Поступила в редколлегию 09.09.79

U. F. Zinkovskij, V. P. Gondul, V. V. Parahin

THE ESTIMATION OF THE ECONOMICAL EXPEDIETMENT APPLICATION
OF THE AUTOMATED SYSTEM FOR PRINTED CIRCUITS BOARD
ELABORATION AND MAKING

The method of the economical expedietment application of the automated system for printed circuits boad elaboration and making are described.