

Государственный комитет СССР по народному образованию

—◆—
Московское ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище имени Н. Э. Баумана

Алексеев В. Г., Камышная Э. Н., Усачов В. П.

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ КОМПОНОВКА
СХЕМ ЭВА И РЭА ПО КОНСТРУКТИВНЫМ МОДУЛЯМ
ПЕРВОГО УРОВНЯ**

**Методические указания
по курсовому и дипломному проектированию**

Государственный комитет СССР по народному образованию
Московское ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище им. Н.Э.Баумана

Алексеев В.Г., Камышная Э.Н., Усачов В.П.



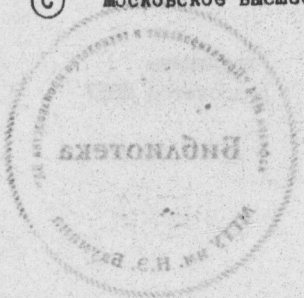
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ КОМПОНОВКА
СХЕМ ЭВА И РЭА ПО КОНСТРУКТИВНЫМ МОДУЛЯМ ПЕРВОГО УРОВНЯ
Методические указания
по курсовому и дипломному проектированию

Под редакцией В.И.Белова

Данные методические указания издаются в соответствии с учебным планом. Рассмотрены и одобрены кафедрой ИУ-4 7.12.87г., методической комиссией факультета ИУ 5.01.88г. и учебно-методическим управлением 19.01.88г.

Рецензент д.т.н., доц. В.А.Овчинников

© Московское высшее техническое училище им. Н.Э.Баумана



Редактор О.М.Королева

Корректор Л.И.Малютина

Заказ 193 . Объем 2,5 п.л.(2,3 уч.-изд.л.). Тираж 500 экз.

Бесплатно. Подписано в печать 02.01.89. План 1988г., № 63

Типография МВТУ. 107005, Москва, Б-5, 2-я Бауманская, 5.

ВВЕДЕНИЕ

Одна из наиболее ответственных задач в проектировании конструкций модулей 2-го уровня ЭВА и РЭА – задача компоновки, т.е. разбиение схемы по конструктивным модулям 1-го уровня, ячейкам. Решение этой задачи без применения автоматизированных методов практически невозможно для изделий даже средней сложности. Поэтому при выполнении компоновки схем в курсовом и дипломном проектах необходимо использовать ЭВМ.

Однако процесс компоновки трудно формализовать, так как большую часть промежуточных выводов и решений может сделать только сам инженер, применяя эвристическую последовательность операций. Решение этой задачи влияет на множество показателей конструкции блока: надежность, массу, габариты, устойчивость к дестабилизирующим воздействиям, например тепловым, и т.д. Поэтому процедура компоновки должна органически совмещать чисто эвристические операции по выбору конструкции модуля 1-го уровня, выполняемые инженером, и расчетно-логические операции, выполняемые ЭВМ. При этом можно выделить следующие основные этапы:

- выбор конструкции модуля;
- определение типоразмера печатной платы и размеров площади под электрорадиоэлементы;
- определение физических ограничений компоновки;
- решение задачи компоновки схемы на ЭВМ;
- расчет эксплуатационно-надежностных показателей конструкции.

Следует отметить, что оптимальное решение задачи компоновки с учетом всех физических ограничений является итерационным процессом.

1. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И КОМПОНОВКА СХЕМЫ

При проектировании изделий ЭВА и РЭА в качестве исходного материала студент имеет расширенное техническое задание (ТЗ) и электрическую принципиальную схему изделия. С анализа и уточнения технического задания, электрической принципиальной схемы и заданной элементной базы начинается непосредственная работа над конструкцией изделия.

Студент должен тщательно изучить электрическую принципиальную схему изделия, обратив особое внимание на следующие вопросы:

- параметры распространяющихся в схеме радиосигналов (макси-

мальная частота, напряжение, сила тока, длительность и скважность импульсов и т.д.);

- возможность возникновения в схеме паразитных связей и наводок (через общее сопротивление источника питания, индуктивные и емкостные сопротивления);

- пути распространения полезного радиосигнала;

- напряжение и сила тока источников питания;

- допустимые уровни напряжения и тока сигнала помехи на входах микросхем.

При этом одновременно производится анализ элементной базы изделия, для чего все входящие в схему компоненты вместе со своими техническими параметрами целесообразно представлять в виде таблицы (см., например, табл. I).

Анализ элементной базы предполагает изучение следующих вопросов:

- совместимость электрорадиоэлементов и микросхем (конструктивная, электрическая, электромагнитная, по условиям эксплуатации);

- соответствие элементной базы условиям эксплуатации, указанным в расширенном техническом задании;

- совместимость элементной базы по надежности.

Массогабаритные характеристики элементов и данные по условиям эксплуатации приведены в паспортных данных на них и в литературе [1,2,3,4].

В основу проектирования современной РЭА положен модульный принцип, разновидностями которого являются функционально-модульный, функционально-узловой и функционально-блочный методы конструирования. Основной задачей конструкторского проектирования является реализация схемы изделия в виде набора отдельных конструктивно законченных модулей, узлов или блоков, связанных друг с другом цепями электрической коммутации. При этом определяется примерное количество модулей первого уровня, из которых будет состоять проектируемое изделие. Для этого следует найти суммарную площадь S_{Σ} , занимаемую радиокомпонентами, составляющими электрическую принципиальную схему изделия и устанавливаемыми на печатную плату (ПП);

$$S_{\Sigma} = K \sum_{i=1}^N S_{уст. i}$$

где $S_{уст. i}$ - установочная площадь i -го компонента; K - коэффициент, зависящий от назначения и условий эксплуатации изделия

лия ($K=1...3$); N - число компонентов [5].

Исходя из требований на габаритные размеры изделия, указанных в ТЗ, ориентировочно определяется типоразмер печатных плат для модулей I-го уровня. При этом желательно использовать унифицированный ряд размеров ПП: 170x75, 170x200, 170x150 мм [5,6,7]. Разделив суммарную площадь компонентов S_{Σ} на площадь печатной платы выбранного типоразмера, можно получить количество модулей первого уровня. Следует отметить, что такой подход является оценочным; количество модулей может быть скорректировано исходя из условий эксплуатации, назначения изделия, состава его электрической функциональной схемы, применяемого технологического процесса изготовления и т.д. Кроме того, некоторые электрические компоненты, например устройства управления и индикации, выходные и входные элементы электрической коммутации, не могут быть размещены на печатных платах, а устанавливаются на переднюю или заднюю панели изделия. При функциональном разбиении такие элементы должны быть заранее выделены в подсхему.

В дальнейшем под элементами схемы будем понимать один или несколько электрорадиоэлементов (микросхемы, дискретные элементы, и т.д.), которые объединены по признаку их обязательной совместной работы, обеспечивающей законченное функциональное преобразование сигнала (функциональный узел). Такому элементу соответствует установочная площадь, определяемая как сумма установочных площадей электрорадиоэлементов [8].

2. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАЗБИЕНИЕ СХЕМ ПО КОНСТРУКТИВНЫМ МОДУЛЯМ ПЕРВОГО УРОВНЯ

2.1. Модели описания электрических схем устройств

Задачи конструкторского проектирования принадлежат к классу комбинаторных оптимизационных задач. Их постановка на ЭВМ и применяемые методы решения существенно зависят от выбираемой формальной математической модели схем электронных устройств.

Для задания схемы электрической (СЭ) соединений каждая одно-потенциальная цепь определяется одним из чисел из натурального ряда $1, 2, \dots, \beta$, где β - число разнопотенциальных цепей в схеме соединений. Тогда i -му элементу поставим во взаимно однозначное соответствие S_i номеров цепей, выводимых на его контакты, причем $S_i \subset S$, где $S = \{1, \beta\}$. Электрическая связь элемента с остальными элементами осуществляется через его важнейшие контакты Z_i :

$$Z_i \xrightarrow{\Gamma_i} S_i,$$

где Γ_i - подмножество $S_i \times Z_i$.
 Если заданы S_i , S'_i и $S_i = S'_i$, то из $(S_i, Z_i) \in \Gamma_i$ следует, что $(S'_i, Z_i) \in \Gamma_i$, т.е. на один и тот же контакт не могут быть выведены две различные цепи.

Для решения задачи компоновки СЭ устройства описываются в виде графовых моделей: простой граф, мультиграф, псевдограф.

Вершинами графовой модели могут быть многовыводные элементы, точки ветвления (узлы) соединений, внешние контакты схемы. Ребрами графа являются связи между вершинами либо в виде проводников, либо в виде двухвыводных элементов.

Простой (скелетный) граф $G(E, U)$ - математическая модель, и в этом случае электрическая цепь (проводник) соединяет между собой только два элемента e_i и e_j ($e_i, e_j \in E$) или два контакта $Z_{i\kappa}$ и $Z_{i\ell}$, где E - множество элементов; U - множество электрических цепей.

Схеме электрической соединений можно поставить в соответствие граф $G(Z, U)$, где Z - множество контактов.

Кроме того, для каждого ребра $u_{ij} = (e_i, e_j)$ или $u_{ij} = (Z_i, Z_j)$ можно определить связность

$$c_{ij} \in C = \{c_{12}, c_{13}, \dots, c_{n-1, n}\}.$$

При описании схемы устройства простым графом не возникает трудностей в процессе решения только в тех случаях, если цепь соединяет между собой два контакта.

Если два элемента могут быть соединены более чем одной связью, то удобно использовать при описании мультиграф. Чтобы различать входы и выходы логических элементов, можно превратить граф в оргграф. Для каждого ребра можно задать вес, равный номеру контакта, что позволяет полностью идентифицировать схему коммутации.

Недостаток описания схемы простыми графовыми моделями - это трудности, возникающие при отображении цепей, связывающих между собой более двух контактов, т.е. при отображении многоэлементной (многоконтактной) цепи. Для выхода из этих ситуаций каждую цепь, содержащую более двух контактов, описывают полным графом. При переходе от схемы к графу за счет развязки узлов (узел соответствует соединению всех элементов между собой) в графе остаются лишние ребра, т.е. соединения, фактически не существующие на электрической схеме. Это вносит избыточность в информацию и в дальнейшем в ряде случаев приводит к худшим результатам.

Таблица I

Характеристика элементной базы

№ п/п	Элемент	Количество шт.	Конструктивные параметры		Допустимые условия эксплуатации					
			Масса, г	Установочная площадь, мм ²	Интенсивность отклонения, I/ч 100	Диапазон температур, °C	Вибрация		Ударные перегрузки	Линейные ускорения
						Частота, Гц	Перегрузки			
1	Транзисторы КТ 315В КТ 801А	14	0,18	25	0,5	-60...100	100...600	7,5	2,5 75	7,5 25
		1	4,0	330	0,7	-40...85	10...600	10		
2	Тиристор	4	25	330	0,85	-55...70	10...600	7,5	75	25
3	Диоды Д223 Д226	10	0,55	100	0,6	-60...100	10...100	10	75	25
		14	2,0	350	0,46	-60...80	2...2500	15	150	150
4	Стабилитрон КС150А	1	1,0	60	5,0	-55...100	10...600	7,5	75	25
5	Конденсаторы КС0-9 КС3-1	12	-	-	2,4	-10...70	5...80	2,5	5	10
		6	-	-	1,2	-80...85	10...2000	10	20	25

Преимущество представления схемы устройства простыми графовыми моделями заключается в том, что большинство результатов, полученных в области теории графов, применимы только к регулярным графам, т.е. к графам, в которых ребра соединяют между собой только два узла, но при этом модификации изображения многоэлементной цепи графом позволяют строить только процедуры приближенного решения.

2.2. Математическая постановка задачи компоновки

Задача компоновки заключается в определении схемного состава типовых конструкций каждого уровня. Эта задача обычно решается "снизу-вверх", т.е. задана схема соединений элементов ($i-1$)-го уровня, необходимо распределить их по типовым конструкциям следующего i -го уровня.

Можно выделить два варианта постановки этой задачи:

- компоновка схем в типовые конструкции, не имеющие схемной унификации;
- компоновка схем в модули заданного схемно-унифицированного набора.

Компоновка схем в конструктивно унифицированные модули i -го уровня сводится к разрезанию схемы соединения элементов ($i-1$)-го уровня на части заданного размера, например, принципиальной электрической схемы устройства на типовые элементы замены.

Компоновка схем в схемно-унифицированные типовые конструкции называется покрытием. Примером ее может служить задача перехода к схеме электрической принципиальной, реализованной в наборе ИС, СИС и БИС. Покрытие - более сложная задача, чем разрезание, особенно в тех случаях, когда модули набора состоят из связанных элементов. Основной проблемой здесь является установление идентичности модуля и некоторой части схемы (подсхемы).

В качестве критериев оптимизации при решении задачи компоновки могут выступать следующие:

1) минимум суммарного числа модулей, необходимых для реализации схемы (критерий связан с избыточностью реализации)

$$N_i = \sum_{j \in I} x_{i,j}$$

где $x_{i,j}$ - число модулей j -го типа i -го уровня, полученное в результате компоновки схемы;

2) минимум числа типов используемых (скомпонованных) модулей, или максимум коэффициента их повторяемости,

$$k_{\text{нов}} = 1 - n \cdot m / N_{i-1},$$

где n - число типов модулей; m - число элементов ($i-1$)-го уровня в схеме;

3) минимальная избыточность в реализации

$$\Delta m_i = \sum_{k=1}^{N_i} \Delta m_{i,k},$$

где $\Delta m_{i,k}$ - число неиспользованных элементов в каждом модуле i -го уровня;

4) минимум межмодульных соединений

$$R_i = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{N_i} R_{i,k},$$

где $R_{i,k}$ - число внешних связей каждого модуля i -го уровня, или минимум суммарного числа внешних выводов всех модулей

$$S_i = \sum_{k=1}^{N_i} S_{i,k},$$

где $S_{i,k}$ - число внешних выводов каждого модуля i -го уровня.

Критерии 1-3 непосредственно связаны с конструкторскими характеристиками аппаратуры и показателем стоимости.

Критерий 4 ведет к повышению надежности конструктивной реализации схемы за счет сокращения числа разъёмных соединений, уменьшению помех и задержек сигналов, благодаря снижению суммарной длины соединений. Использование того или иного критерия зависит как от вида задачи компоновки (разрезание или покрытие), так и от уровня иерархии.

Особенности конструкторско-технологической базы и схемотехнические требования накладывают на компоновку ряд ограничений. Основными из них являются число элементов в типовой конструкции каждого уровня и число выводов, а также требование на совместную или раздельную компоновку в одной типовой конструкции определенных элементов предыдущего уровня, связанное с обеспечением нормального теплового режима, помехозащищенности и простоты диагностики. При компоновке БИС основное ограничение - площадь, отведенная под схему, а критерий компоновки - минимум числа внешних выводов.

Существующие алгоритмы компоновки можно условно разделить на следующие классы: алгоритмы, использующие методы целочисленного программирования; последовательные алгоритмы формирования состава

ва типовой конструкции; итерационные алгоритмы последовательного улучшения приближенного решения; смешанные алгоритмы.

В точной постановке задача компоновки может быть сформулирована как задача нелинейного целочисленного программирования. Решение задачи компоновки в этом случае для реальных схем затруднительно даже на современных ЭВМ. Понимание математической сущности задачи помогает разрабатывать эффективные приближенные алгоритмы.

При представлении схемы неориентированным мультиграфом, в котором вершины сопоставлены элементам схемы, а ребра - межэлементарным соединениям, задача компоновки схемы в типовые конструкции, не имеющие схемной унификации, ставится как задача разрезания графа $G=(X, U)$ на совокупность кусков $G_i=(X_i, U_i)$, $i \in L = \overline{1, L_k}$, где L_k - число типовых конструкций.

Совокупность кусков $B(G_i)$ называется разрезанием графа, если

$$(\forall G \in B(G_i)) (G_i \neq \emptyset); \quad i \in L;$$

$$(\forall G_i, G_p \in B(G_i)) (X_i \cap X_p \neq \emptyset \& U_i \cap U_p = U_{i,p}); \quad i, p \in L,$$

где $U_{i,p}$ - множество ребер, попадающих в разрез между кусками G_i и G_p .

При использовании в качестве критерия компоновки минимума межмодульных соединений разрезание будет оптимальным, если

$$(\forall G_i \in B(G_i)) (| \bigcup_{\substack{p \in L \\ p \neq i}} U_{i,p} |) = \min.$$

Точное решение задачи компоновки в приведенной постановке возможно лишь методом полного перебора.

2.3. Описание алгоритма и программы компоновки

Алгоритм предназначен для разбиения исходной принципиальной электрической схемы на отдельные узлы по связанности с ограничениями (по количеству элементов в узле, по количеству связей, выходящих из узла, и по площади, занимаемой узлом). Могут быть введены и другие ограничения.

Идея последовательных алгоритмов по связанности заключается в следующем: выбирается некоторый исходный элемент схемы, из которого сначала и состоит формируемый узел. Далее к узлу присоединяется один или группа элементов. Их выбор осуществляется по правилу, учитывающему связанность элементов узла с элементами,

еще не включенными в него.

В качестве локального критерия, по которому выбирается очередной элемент, принимается минимум приращения связей узла, которое обеспечивается включаемым в узел элементом с еще нераспределенными элементами.

Алгоритм позволяет найти функционально законченные узлы, если ограничения по количеству элементов и по площади узла позволяют сформировать этот узел.

В случае, если получен результат с малым коэффициентом заполнения платы, а следующим (по связанности) должен быть присоединен элемент с площадью, большей, чем оставшаяся активная площадь платы, и площадь узла превысит предел, заданный пользователем, процесс компоновки прекратится, и последний элемент будет исключен из рассмотрения. При необходимости можно задать режим более полного заполнения платы, но при этом увеличивается количество внешних связей узла, т.е. нарушается главный критерий компоновки.

Формирование узлов продолжается по принципу последовательно-го выделения: сформированный узел удаляется из схемы, последовательным алгоритмом формируется новый узел.

Обобщенная схема последовательного алгоритма компоновки представлена на рис. 1.

Представим модель схемы в виде гиперграфа, где множество элементов схемы соответствует множеству вершин $X = \{x_i / i = \overline{1, N}\}$, а множество электрических цепей - множеству ребер $U = \{u_i / i = \overline{1, M}\}$ и многозначных отображений X, U , т.е. $\Gamma X = \{\Gamma x_i / i = \overline{1, N}\}, U, X$, т.е. $\Gamma U = \{u_i / i = \overline{1, M}\}$. Причем $\Gamma x_i = u_i \in U$ - множество ребер, содержащих вершину x_i ; $\Gamma u_i = X_i \subseteq X$ - множество вершин, инцидентных ребру u_i ; $|X| = n$ и n - число элементов в схеме); $|U| = m$ (m - число электрических цепей схемы).

На текущем шаге в качестве кандидатов на включение в формируемое множество X будем рассматривать только вершины, связанные с вершинами, уже вошедшими в X_e .

Множество вершин-кандидатов на включение в X_e определяется следующим образом: по отображению X в U находим множество ребер, содержащих вершины подмножества X_e : $\Gamma X_e = U' \subseteq U$. Затем по отображению U в X получаем множество вершин, инцидентных ребрам подмножества U' : $\Gamma U' = X' \subseteq X$. Кандидатами на включение в X_e будут вершины, удовлетворяющие условию

$$x_i \in \Gamma U' \ \& \ x_i \in X \setminus X_e.$$

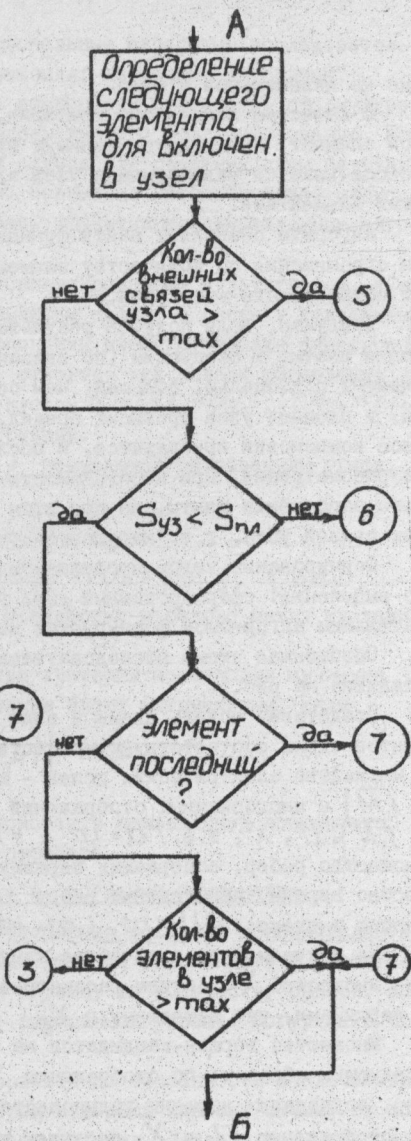
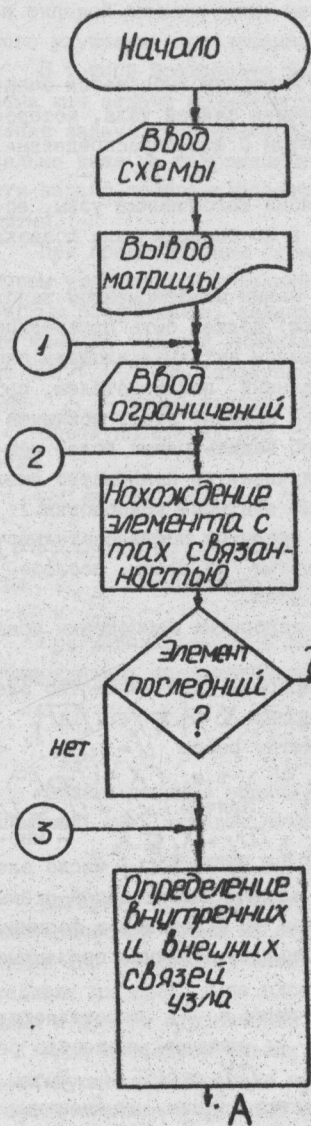


Рис. I (начало)

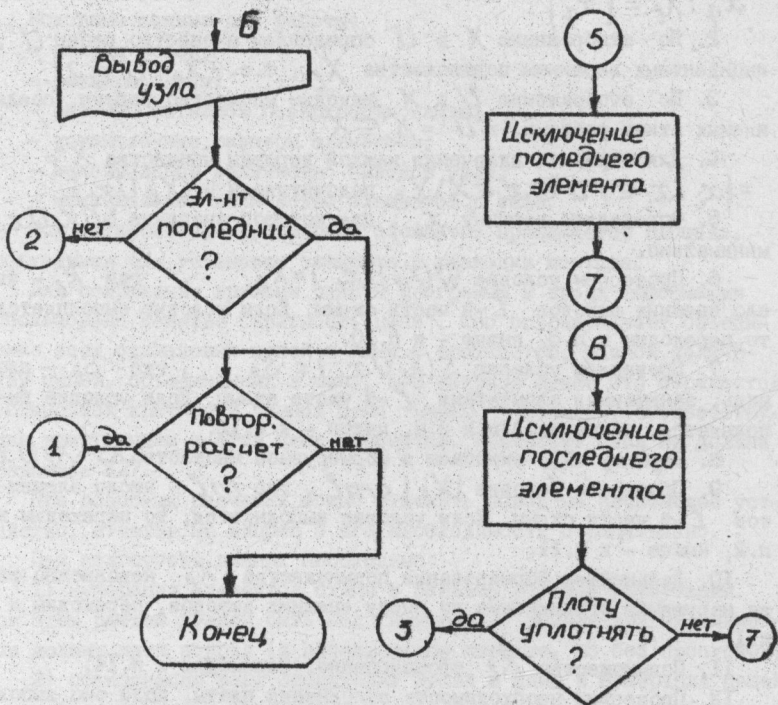


Рис. I (конец)

Очередную вершину x_i выбирают по минимуму ребер U_i , со-
 держащих хотя бы по одной вершине из $X_e U x_i$. $X \setminus \{X_e U x_i\}$

$$\{x_q, x_p \in \Gamma U_i: (x_q \in \{X_e U x_i\} \& x_p \in X \setminus \{X_e U x_i\})\}, \quad (I)$$

$$W(X_e U x_i) = |\Gamma \{X_e U x_i\} \cap \Gamma \{X \setminus \{X_e U x_i\}\}|$$

Основные пункты алгоритма последовательного разбиения гипер-
 графа схемы:

1. Включаем в формируемое множество X_e некоторую вершину x_q : $X_e = \{x_q\}$.
 2. По отображению X в U определяем множество ребер U' , инцидентных вершинам подмножества X_e , т.е. $\Gamma X_e = U' \subseteq U$.
 3. По отображению U в X находим множество вершин, соединяемых этими ребрами, $\Gamma U' = X' \subseteq X$.
 4. Для варианта включения каждой вершины множества $X'' = \{x_i: x_i \in \Gamma U' \& x_i \in X \setminus X_e\}$ подсчитываем $W(X_e U x_i)$.
 5. Определяем вершину x_t , для которой значение $W(X_e U x_t)$ минимально.
 6. Проверяем условие $W(X_e U x_t) = k_e$, где k_e - число внешних выводов e -й части схемы. Если условие выполняется, то переходим к п.6, иначе - к п.10.
 7. Проверяем условие $S(X_e U x_t) \leq S_e$, где S_e - площадь, занимаемая элементами e -й части схемы. Если условие выполняется, то переходим к п.8, иначе - к п.12.
 8. Вершину x_t включаем в формируемое множество $X_e = X_e U x_t$.
 9. Проверяем условие $|X_e| < ml$, где ml - число элементов e -й части схемы. Если условие выполняется, то переходим к п.2, иначе - к п.11.
 10. Дальнейшее формирование подмножества X_e невозможно из-за нарушения ограничения по числу внешних выводов, переходим к п.1.
 11. Подмножество X_e сформировано. Переходим к п.14.
 12. Проверяем необходимость заполнения платы. Если оно выполняется, то исключаем x_t из рассмотрения и переходим к п.5, иначе - к п.13.
 13. Дальнейшее формирование подмножества X_e невозможно из-за нарушения ограничения по площади.
 14. Конец работы алгоритма.
- Для реализации программы компоновки применяется алгоритмический язык QUASIC-2. Программа предназначена для использования на ЭВМ типа ДВК.

Для работы программы необходимо 29340 байт оперативной памяти машины.

Максимально возможная схема, которую обрабатывает программа, содержит 1000 элементов (один из них разъем) и 150 связей с кратностью не более 127.

Программа предназначена для разбиения электрических схем на отдельные узлы с учетом ограничений, задаваемых пользователем.

Исходные данные для работы:

- список цепей;
- размеры платы;
- размеры активной поверхности платы;
- установочные размеры элементов;
- максимальное количество выводов узла;
- максимальное количество элементов в узле.

Под установочными размерами элементов принимается площадь, необходимая для установки элемента и разводки монтажа.

Для сокращения времени работы программы и ввода информации использовано понятие "кратность цепи". Оно подразумевает объединение всех одинаковых цепей в шины с кратностью, равной количеству цепей, объединенных в шину, а в матрице цепей это отражается постановкой кратности данной цепи (шины) в позиции, соответствующие участвующим в этой цепи элементам. Кратность цепи не должна превышать 127.

При подобных расчетах можно отменить вывод на печатающее устройство, ответив на вопрос о его необходимости отрицательно.

При подготовке данных необходимо:

- 1) нумерация элементов схемы и разъема внешней коммутации. При этом разъем должен быть под номером 1. Номера других элементов должны идти подряд (в произвольном порядке, но без пропусков);
- 2) объединение всех одинаковых цепей в шины и нумерация цепей и шин (поряд и без пропусков) с указанием кратности шин (в программе цепи и шины различаются только кратностью). Кратность шины не должна превышать 127, шины с большей кратностью должны быть разбиты на соответствующее количество шин;
- 3) наличие для всех элементов, кроме разъема, установочных размеров, т.е. размеров, ограничивающих площадь установки и разводки печатного монтажа одного элемента;
- 4) наличие размеров активной поверхности платы и размеров самой платы. Под активной поверхностью платы понимается часть платы, на которой установлены элементы и проведен печатный монтаж;

- 5) наличие данных о количестве выводов разъема;
- 6) ограничение количества элементов на плате для обеспечения теплового режима исходя из средней плотности мощности рассеивания.

2.4. Инструкция по работе с программой

1. Включить ЭВМ и загрузить транслятор с *QUASIC-2* должен оператор ЭВМ или дежурный.
2. Во избежание ошибок системы перфоратор должен быть выключен.
3. При зависании системы после загрузки *QUASIC-2* его необходимо запустить с нулевого адреса.
4. После ответа *READY* необходимо ввести текст программы командой *READ* \square "*PR*" \langle *BK* \rangle или *NEW* \square "*PR*" \langle *BK* \rangle . При этом перфолента с программой должна быть установлена в фото-считыватель.
5. Программа запускается командой *RUN*.
6. При первом запуске сразу после ввода производится компиляция программы. Поэтому имеет место задержка около 1 мин. После компиляции программа начинает выполняться.
7. Сначала вводится заголовок и вопрос о необходимости печатающего устройства.
- ВНИМАНИЕ! На все вопросы, требующие ответа "да" либо "нет", значению "да" соответствует ввод "1", значению "нет" - ввод " \emptyset ".
8. При необходимости вывода на печать должно быть включено печатающее устройство.
9. Программа сама формирует матрицу цепей, запрашивая номер цепи, номера элементов, входящих в цепь, и кратность этой цепи.
10. Если цепь введена неверно, ее можно исправить. Для этого необходимо снова ввести номер исправляемой цепи. Машина ответит: "Эта цепь уже введена" и выдаст на экран две строки: в первой будут номера элементов, во второй - введенная цепь.
- После этого появится вторичный запрос номера цепи. Введя тот же номер цепи верно, можно считать программу исправленной.
- ВНИМАНИЕ! После вывода содержимого данной цепи возможно исправление и любой другой цепи. Необходимо соблюдать осторожность!
11. Концом цепи является ввод элемента с номером " \emptyset ".
12. Концом ввода цепей является ввод цепи с номером " \emptyset ".
13. Кратность цепи по умолчанию равна 1.
- При кратности, большей 127, цепь разбивается на 2 цепи, одна с кратностью 127, вторая включает оставшиеся связи.

14. При вводе цепи с номером " \emptyset " проверяется, все ли цепи введены. Если есть не введенные цепи, машина выдает их номера и ввод цепей продолжается.

15. Если по ошибке было запрошено слишком много цепей, несуществующие цепи можно оставить пустыми, введя их номер и закончив ввод цепи.

16. По окончании ввода цепей распечатывается матрица цепей. Вывод на экран можно приостановить, нажав одновременно на клавиши <CV> и S. Продолжить вывод можно нажатием на клавиши <CV> и Q.

17. После вывода матрицы цепей машина запрашивает размеры платы, размеры ее активной поверхности и установочные размеры элементов. При этом размеры активной поверхности должны быть меньше размеров платы, а установочные размеры элементов - меньше или равны размерам активной поверхности.

ВНИМАНИЕ! Размеры проверяются в порядке их ввода; поэтому если элемент не входит по длине либо по ширине, его можно развернуть.

18. После ввода всех размеров вводится максимальное количество элементов в узле и максимальное количество выводов узла (количество выводов разъема).

19. После получения этой информации машина приступает к расчету.

20. Сформированные узлы машина выводит в порядке их готовности:

- номер узла по порядку;
- номера элементов, входящих в узел;
- количество внешних связей узла;
- коэффициент относительного заполнения платы;
- коэффициент использования активной поверхности платы.

21. После полного разбиения схемы программа запрашивает о необходимости повторения расчетов с другими ограничениями.

При этом вновь запрашиваются площади платы (полная и активная), количество элементов в узле и количество внешних связей узла, после чего машина снова начинает формировать узел.

22. Если повторных вычислений не нужно, программа прекращает свою работу.

Список обозначений, применяемых в программе, приведен в приложении 1, текст программы - в приложении 2.

2.5. Пример компоновки

Дана электрическая принципиальная схема устройства (рис.2).
По данным электрической принципиальной схемы построить граф,
представляющий модель заданной схемы (рис.3).

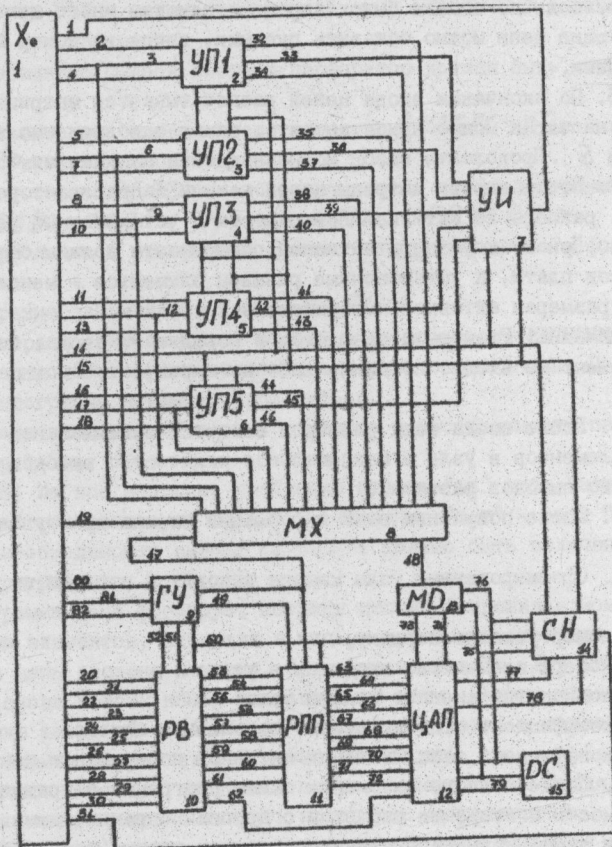


Рис. 2

Необходимо разбить схему на узлы с учетом того, что количество внешних выводов узла равно числу выводов стандартного разъема.

Количество внешних выводов - в приложении 3. Размеры активной поверхности платы - 162x51 мм. Полная поверхность платы 170x76 мм.

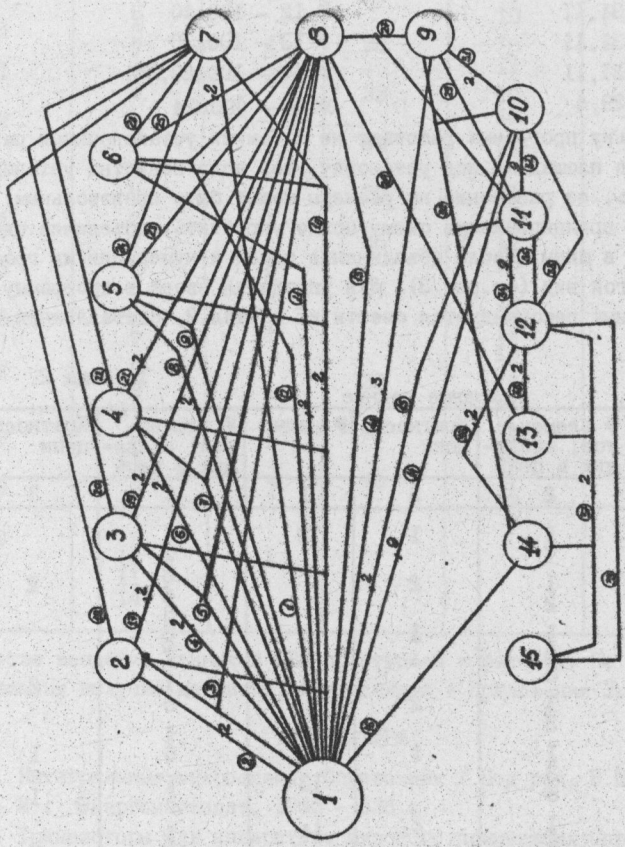


Рис. 3

Установочные размеры элементов (в мм):

№ 2 - 100x31, II	№ 9 - 100x22
№ 3 - 100x31, II	№ 10 - 100x16
№ 4 - 100x31, II	№ 11 - 162x51
№ 5 - 100x31, II	№ 12 - 100x40
№ 6 - 100x31, II	№ 13 - 100x30
№ 7 - 100x31, II	№ 14 - 100x20,24
№ 8 - 100x29,4	№ 15 - 100x24

Поскольку программа работает не с самими установочными размерами, а с площадями под установку, то, если известна установочная площадь, ее разбиение на размеры может быть произвольным.

Данную принципиальную схему можно упростить, объединив одинаковые цепи в шины. После объединения цепей и нумерации их граф примет другой вид (см.рис.3). Для упрощения ввода в программу исходных данных рекомендуется свести их в табл.2, составленную по рис.3.

Таблица 2

Исходные данные					
№ цепи	№ элементов, входящих в цепь	Кратность цепи	№ цепи	№ элементов, входящих в цепь	Кратность цепи
1	2	3	1	2	3
1	1	1	10	1	
2	2	2		2	2
3	3	1		3	
4	4	2	11	4	2
5	5	1	12	5	1
6	6	2	13	6	1
7	7	1	14	7	9
8	8	2	15	8	2
9	9	1	16	9	1
	10		17	10	2
	11		18	11	1
	12			12	
	13			13	
	14			14	
	15			15	
	16			16	
	17			17	
	18			18	

1	2	3	1	2	3
19	3	2	31	9	2
20	3	1	32	10	9
21	4	2	33	11	1
22	4	1	34	10	9
23	5	2	35	12	1
24	5	1	36	11	2
25	6	2	37	12	2
26	6	1		13	2
27	8	1	38	14	2
28	8	1	39	12	1
29	9	1	40	15	3
30	9	1		1	
	10			9	
	11				
	14				

После введения данных в ЭВМ приступаем к расчету. По окончании решения получим документ, приведенный в приложении 3.

ЛИТЕРАТУРА

1. Интегральные микросхемы: Справочник / Под ред. В.В.Тарабрина.- М.: Энергомашиздат, 1985 - 528 с.
2. Транзисторы для аппаратуры широкого применения: Справочник / Под ред. В.Л.Перельмана.- М.: Радио и связь, 1981. - 588 с.
3. Справочник по электрическим конденсаторам / Под ред. В.И.Четверикова, В.Ф.Смирнова.- М.: Радио и связь, 1983 - 576 с.
4. Резисторы: Справочник / Под ред. В.И.Четверикова.- М.: Энергоиздат, 1987. - 351 с.
5. Верхопятницкий П.Д., Латинский В.С. Справочник по модульному конструированию РЭА.- Л.: Судостроение, 1983. - 232 с.

6. Преснухин Л.Н., Шахнов В.А. Конструирование электронных вычислительных машин и систем. - М.: Высшая школа, 1986. - 512 с.

7. Компоновка и конструкции микроэлектронной аппаратуры / Под ред. Б.Ф. Высоцкого, В.П. Пестрякова, О.А. Пятлина, - М.: Радио и связь, 1982. - 208 с.

8. А.И. Горобец, А.И. Степаненко, В.М. Коронкевич. Справочник по конструированию РЭА /печатные узлы/. - Киев: Техника, 1985. - 312 с.

Список идентификаторов, используемых в программе

- A - массив состава цепи, суммы столбцов матрицы цепей
- B - матрица цепей
- C - массив контроля ввода цепей, суммы строк матрицы цепей
- D - массив внутренних взаимосвязей элементов узла
- N2 - массив исключенных элементов
- E - массив внешних взаимосвязей элементов и узла
- U - массив скомпонованных элементов
- W - массив состава узла
- P - массив площадей элементов
- P0 - длина платы, длина элемента, промежуточная переменная
- P1 - ширина платы, ширина элемента
- P2 - площадь активной поверхности платы
- P3 - площадь платы
- S7 - площадь формируемого узла
- P4 - длина активной поверхности платы
- P5 - ширина активной поверхности платы
- IND - индекс перевода двумерного массива в одномерный
- I - номер строки массива, переменная цикла
- M - максимальный номер элемента (длина строки)
- J - номер столбца массива, переменная цикла
- W7 - флаг-переключатель, кратность цепи, нижний предел вывода
- W8 - верхний предел вывода
- K1 - количество исключенных элементов
- R2 - номер обрабатываемого элемента
- X - количество скомпонованных элементов
- K - количество и номер элементов в узле
- N - количество строк (максимальный номер цепи)
- B1 - количество компонуемых элементов
- PC - флаг ввода цепей, флаг уплотнения узла
- A0 - номер вводимого узла
- K0 - флаг исправления, флаг введения всех цепей
- I0 - количество элементов, входящих в цепь
- B0 - номер элемента, входящего в цепь
- J1 - переменная цикла
- K2 - максимальное количество элементов в узле
- B2 - максимальное количество выводов в узле

- N3* - номер узла
- M1* - максимальная связанность
- N4* - номер максимально связанного элемента
- E9* - внешняя связанность узла
- G* - вес цепи
- O4* - кратность цепи
- M2* - переменная цикла
- T* - максимальное повышение связанности
- R1* - повышение связанности

QUASIC-2 SYSTEM

ТЕКСТ ПРОГРАММЫ

```

1
2
3
4
5 !ОПИСАНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ
6
7
8
9
10 INT A(100),C(150),D(100),N2(100),E(100),U(100)
20 INT W(100)
30 BYTE B(15000)
40 REAL P(100),P0,P1,P2,P3,S8,P4,P5
91
92
93
94
95 !ОПИСАНИЕ ПРОЦЕДУР
96
97
98
99
100 PROC INDEX\!ВЫЧИСЛЕНИЕ ИНДЕКСА МАССИВА
110   IND=I*(M+1)+J
120 ENDP
150 PROC PUTSTR\!ПЕЧАТЬ СТРОКИ МАССИВА
160   W7=I*(M+1)\!НОМЕР 1 ВЫВОДИМОГО ЭЛЕМЕНТА
170   W8=W7+M\!НОМЕР M-ОГО ВЫВОДИМОГО ЭЛЕМЕНТА
180   FOR J=W7 TO W8
190     PUT -L B(J):I4\!ВЫВОД ЭЛЕМЕНТА
200   ENDF
210   PUT\!КОНЕЦ СТРОКИ
220 ENDP
250 PROC ZPMN\!ЗАПОМИНАНИЕ ПРОВЕРЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
260   K1=K1+1\!УВЕЛИЧЕНИЕ НОМЕРА ЗАПОМИНАЕМОГО ЭЛЕМЕНТА
270   N2(K1)=R2\!ЗАПОМИНАНИЕ ЭЛЕМЕНТА
280   X=X-1\!УМЕНЬШЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА СКOMPОНОВАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
290   S7=S7-P(R2)\!УМЕНЬШЕНИЕ ПЛОЩАДИ СКOMPОНОВАННОГО УЗЛА
300   K=K-1\!УМЕНЬШЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ЭЛЕМЕНТОВ В УЗЛЕ
310 ENDP
350 PROC PRTSTR\!ПЕЧАТЬ СТРОКИ МАССИВА НА УСТРОЙСТВО 3
360   W7=I*(M+1)\!НОМЕР 1 ВЫВОДИМОГО ЭЛЕМЕНТА
370   W8=W7+M\!НОМЕР M-ОГО ВЫВОДИМОГО ЭЛЕМЕНТА
380   FOR J=W7 TO W8
390     PUT -L 3 B(J):I4\!ПЕЧАТЬ ЭЛЕМЕНТА
400   ENDF
410   PUT 3\!КОНЕЦ СТРОКИ
420 ENDP
500 PROC PUTZAG\!ПЕЧАТЬ ЗАГОЛОВКА
510   PUT *****
520   PUT *
530   PUT *      КОМПОНОВКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ      *
540   PUT *
550   PUT *****
560   PUT *****
570 ENDP

```

```

600 PROC PRZAG\ПЕЧАТЬ ЗАГОЛОВКА НА УСТРОЙСТВЕ 3
610 PUT 3 '
620 PUT 3 '
630 PUT 3 '
640 PUT 3 '
650 PUT 3 '
660 ENDP
991
992
993
994

```

```

995 \НАЧАЛО ТЕКСТА ПРОГРАММЫ
996
997
998
999
1000 PRZAG\ВЫВОД ЗАГОЛОВКА
1010 PUT 'НЕОБХОДИМ ЛИ ВЫВОД НА ПЕЧАТЬ'
1020 GET W?
1030 IF W? = 1 THEN \ЕСЛИ НЕОБХОДИМ
1040 OPEN +N 3 'LP'\ОТКРЫТЬ КАНАЛ НА LP - ПЕЧАТЬ
1050 ELSE \ИНАЧЕ
1060 OPEN +N 3 'NL'\ОТКРЫТЬ КАНАЛ НА NL
1070 ENDI
1080 PRZAG\ПЕЧАТЬ ЗАГОЛОВКА
1090 PUT 'ВВЕДИТЕ МАКСИМАЛЬНЫЙ НОМЕР ЦЕПИ',,, '0<N<=150'
1100 GET N
1110 IF N > 0 THEN
1120 IF N <= 150 THEN
1130 GOTO 1180
1140 ENDI
1150 ENDI
1160 PUT 'НЕДОПУСТИМЫЙ НОМЕР ЦЕПИ'
1170 GOTO 1090
1180 PUT 'ВВЕДИТЕ МАКСИМАЛЬНЫЙ НОМЕР ЭЛЕМЕНТА',,, '0<M<=100'
1190 GET M
1200 IF M > 0 THEN
1210 IF M <= 100 THEN
1220 GOTO 1270
1230 ENDI
1240 ENDI
1250 PUT 'НЕДОПУСТИМЫЙ НОМЕР ЭЛЕМЕНТА'
1260 GOTO 1180
1270 J=0\НОМЕР СТОЛБЦА РАВЕН 0
1280 PUT 3 ',,,,'МАКСИМАЛЬНЫЙ НОМЕР ЦЕПИ=',N: I 4
1290 PUT 3 'МАКСИМАЛЬНЫЙ НОМЕР ЭЛЕМЕНТА=',M: I 4,/,/,/
1300 FOR I=0 TO N
1310 \INDEX
1320 B(I,N)=I\ЗАПОЛНЕНИЕ 0 СТОЛБЦА ( НОМЕРА ЦЕПЕЙ )
1330 C(I)=0\ОБНУЛЕНИЕ МАТРИЦЫ ВВЕДЕННЫХ ЦЕПЕЙ
1340 ENDF
1350 FOR J=0 TO M
1360 B(I,J)=J\ЗАПОЛНЕНИЕ 0 СТРОКИ ( НОМЕРА ЭЛЕМЕНТОВ )
1370 ENDF
1380 B1=M-1\ВЫЧИСЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА КОМПОНУЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

```

```

1390 PUT 'НЕОБХОДИМ ЛИ ВЫВОД СОДЕРЖИМОГО ЦЕПЕЙ НА ПЕЧАТЬ'
1400 GET PC
1410 PUT 'ВВЕДИТЕ НОМЕР ЦЕПИ'
1420 GET A0
1430 IF A0<=0 THEN
1440 GOTO 2080
1450 ENDI
1460 IF A0>N THEN
1470 PUT 'НЕДОПУСТИМЫЙ НОМЕР ЦЕПИ'
1480 GOTO 1410
1490 ENDI
1500 IF K0<>0 THEN
1510 IF C(A0)<>0 THEN
1520 PUT 'ЭТА ЦЕПЬ УЖЕ ВВЕДЕНА'
1530 I=0
1540 PUTSTR\!ВЫВОД 0 СТРОКИ
1550 I=A0
1560 PUTSTR\!ВЫВОД ВВЕДЕННОЙ СТРОКИ
1570 K0=0
1580 GOTO 1410
1590 ENDI
1600 ENDI
1610 I=A0
1620 FOR J=1 TO M
1630 INDEX\!ВЫЧИСЛЕНИЕ ИНДЕКСА

```

```

1640 B(IND)=0\!ОБНУЛЕНИЕ СТРОКИ МАССИВА
1650 ENDF
1660 C(A0)=1\!ОТМЕТКА О ВВОДЕ
1670 K0=1
1680 I0=1
1690 PUT 'ВВЕДИТЕ НОМЕР ЭЛЕМЕНТА, ВХОДЯЩЕГО В ЦЕПЬ'
1700 GET B0
1710 IF B0<=0 THEN
1720 GOTO 1860
1730 ENDI
1740 IF B0>M THEN
1750 PUT 'НЕДОПУСТИМЫЙ НОМЕР ЭЛЕМЕНТА'
1760 GOTO 1690
1770 ENDI
1780 A(I0)=B0\!ЗАПОМИНАНИЕ ЭЛЕМЕНТА ЦЕПИ
1790 I0=I0+1
1800 IF I0<=30 THEN
1810 GOTO 1690
1820 ENDI
1830 PUT 'СЛИШКОМ ДЛИННАЯ ЦЕПЬ'
1840 C(A0)=0
1850 GOTO 1410
1860 PUT 'КОНЕЦ ЦЕПИ НОМЕР ',A0,I4,','ВВЕДИТЕ КРАТНОСТЬ ЦЕПИ'
1870 GET W7
1880 IF W7<=0 THEN
1890 W7=1
1900 ENDI
1902 IF W7>127 THEN
1905 W7=127
1907 ENDI

```

```

1910 I0=I0-1
1920 I=A0
1930 IF PC<>0 THEN
1940 PUT 3 'В ЦЕПЬ НОМЕР ',I:14,' ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ'
1950 ENDI
1960 FOR J1=1 TO I0
1970 J=A(J1)
1980 IF PC<>0 THEN
1990 PUT -L 3 J:14
2000 ENDI
2010 INDEX
2020 B(IND)=W7\!ЗАПОЛНЕНИЕ ЦЕПИ
2030 ENDF
2040 IF PC<>0 THEN
2050 PUT 3 //,'КРАТНОСТЬ=',W7:14
2060 ENDI
2070 GOTO 1410
2080 K0=0
2090 FOR I=1 TO N
2100 IF C(I)<>1 THEN\!ПРОВЕРКА ВВЕДЕННОСТИ ЦЕПИ
2110 PUT 'НЕ ВВЕДЕНА ЦЕПЬ НОМЕР ',I:14
2120 K0=1
2130 ENDI
2140 ENDF
2150 IF K0=1 THEN
2160 GOTO 1410
2170 ENDI
2180 PUT 'ВВОД ЗАКОНЧЕН',//,'ПОЛУЧЕНА МАТРИЦА ЦЕПЕЙ',//
2190 FOR I=0 TO N
2200 PUTSTR\!ВВОД СТРОКИ
2210 ENDF
2220 PUT 3 ///,'ПОЛУЧЕНА МАТРИЦА ЦЕПЕЙ',///
2230 FOR I=0 TO N
2240 PRTSTR\!ПЕЧАТЬ СТРОКИ
2250 ENDF
2260 PUT 'ВВЕДИТЕ ДЛИНУ И ШИРИНУ ПЛАТЫ (ММ)'  

2270 GET P0,P1
2280 P3=P0*P1\!ПЛОЩАДЬ ПЛАТЫ
2290 PUT 3 ///

2300 PUT 3 'РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ПЛАТЫ=',P0,P1,P3
2310 PUT 'ВВЕДИТЕ ДЛИНУ И ШИРИНУ АКТИВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПЛАТЫ (ММ)'  

2320 GET P4,P5
2330 IF P4<=P0 THEN
2340 IF P5<=P1 THEN
2350 GOTO 2400
2360 ENDI
2370 ENDI
2380 PUT 'РАЗМЕРЫ АКТИВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ БОЛЬШЕ РАЗМЕРОВ ПЛАТЫ'  

2390 GOTO 2310
2400 P2=P4*P5\!ПЛОЩАДЬ АКТИВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПЛАТЫ
2410 PUT 3 'ПЛОЩАДЬ АКТИВНОЙ ПОВ-ТИ ПЛАТЫ=',P4,P5,P2
2420 PUT 3 //
2430 PUT 'ВВЕДИТЕ УСТАНОВОЧНЫЕ РАЗМЕРЫ (ДЛИНУ,ШИРИНУ (ММ)) ЭЛЕМЕНТА'  

2440 FOR I=2 TO M
2450 PUT -L 'N',I:14,'

```

```

2460 GET P0,P1
2470 IF P0<=P4 THEN
2480 IF P1<=P5 THEN
2490 GOTO 2540
2500 ENDI
2510 ENDI
2520 PUT 'РАЗМЕРЫ ЭЛЕМЕНТА БОЛЬШЕ РАЗМЕРОВ АКТИВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ'
2530 GOTO 2450
2540 P(I)=P0*P1\!ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА
2550 PUT -L 3 'РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N',I:I4,'=',P0
2560 PUT 3 P1,P(I)
2570 ENDF
2580 PUT 3 ///
2590 PUT 'ВВЕДИТЕ КОЛИЧЕСТВО ЭЛЕМЕНТОВ В УЗЛЕ'
2600 GET K2
2610 PUT 'ВВЕДИТЕ МАКСИМАЛЬНОЕ КОЛИЧЕСТВО ВЫВОДОВ УЗЛА'\
2620 GET B2
2630 PUT 'НЕОБХОДИМО ЛИ ЗАПОЛНЯТЬ ПЛАТУ В УЩЕРБ КРИТЕРИИ'
2640 GET PC
2642 IF PC<>0 THEN
2643 PUT 3 ///,'КОМПОНОВКА С УПЛОТНЕНИЕМ',///
2644 ELSE
2645 PUT 3 ///,'КОМПОНОВКА БЕЗ УПЛОТНЕНИЯ',///
2646 ENDI
2650 PUT 3 'КОЛИЧЕСТВО ЭЛЕМЕНТОВ В УЗЛЕ=',K2:I4
2660 PUT 3 'МАКСИМАЛЬНОЕ КОЛИЧЕСТВО ВЫВОДОВ УЗЛА=',B2:I4
2670 FOR J=2 TO M\СУММИРОВАНИЕ СТОЛБЦОВ
2680 A(J)=0
2690 FOR I=1 TO N
2700 INDEX
2710 A(J)=A(J)+B(IND)
2720 ENDF
2730 ENDF
2740 FOR I=1 TO M\СУММИРОВАНИЕ СТРОК
2750 C(I)=0
2760 FOR J=1 TO M
2770 INDEX
2780 C(I)=C(I)+B(IND)
2790 ENDF
2800 ENDF
2810 N3=0\!НОМЕР УЗЛА
2820 X=0\!КОЛИЧЕСТВО СКОМПОНОВАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
2830 M1=0\!МАКСИМАЛЬНАЯ СВЯЗАННОСТЬ
2840 S7=0\!ПЛОЩАДЬ УЗЛА
2850 FOR I=2 TO M\ПОИСК МАКСИМАЛЬНО СВЯЗАННОГО ЭЛЕМЕНТА
2860 FOR J=1 TO X\ИСКЛЮЧЕНИЕ СКОМПОНОВАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
2870 IF I=U(J).THEN
2880 GOTO 2950
2890 ENDI
2900 ENDF\!КОНЕЦ ИСКЛЮЧЕНИЯ
2910 IF M1<A(I) THEN
2920 M1=A(I)
2930 N4=1
2940 ENDI
2950 ENDF

```

```

2960 S7=P(N4)\!ЗАПОМНИНИЕ ЭЛЕМЕНТА В УЗЛЕ
2970 K=1
2980 W(1)=N4
2990 E9=A(N4)
3000 X=X+1
3010 U(X)=N4
3020 IF X=B1 THEN\ЕСЛИ ПОСЛЕДНИЙ
3030 GOTO 3090
3040 ENDI
3050 IF S7=P2 THEN\ЕСЛИ ПЛОЩАДЬ ЗАПОЛНЕНА
3060 GOTO 3090
3070 ENDI
3080 K1=0\!КОЛИЧЕСТВО ЗАПОМНЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
3090 FOR J1=2 TO M\!ВЫЧИСЛЕНИЕ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ СВЯЗЕЙ
3100 E(J1)=0
3110 D(J1)=0
3120 FOR I=1 TO X\!ИСКЛЮЧЕНИЕ СКМПОНОВАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
3130 IF J1=U(I) THEN
3140 GOTO 3420
3150 ENDI
3160 ENDF\!КОНЕЦ ИСКЛЮЧЕНИЯ
3170 FOR I=1 TO N
3180 G=0
3190 O4=0
3200 FOR M2=1 TO K
3210 J=W(M2)
3220 INDEX
3230 G=G+V(IND)\!КОЛИЧЕСТВО СВЯЗЕЙ УЗЛА ПО ДАННОЙ ЦЕПИ
3240 IF V(IND)<>0 THEN
3250 O4=V(IND)
3260 ENDI
3270 ENDF
3280 J=J1
3290 INDEX
3300 G=G+V(IND)\!КОЛ-ВО СВЯЗЕЙ ПРОВЕР. Эл-ТА ПО ЦЕПИ
3310 IF V(IND)<>0 THEN
3320 O4=V(IND)
3330 ENDI
3340 IF G<>0 THEN
3350 IF G<>C(I) THEN\ЦЕПЬ РАЗОРВАНА =>
3360 E(J1)=E(J1)+O4\!СВЯЗЬ ВНЕШНЯЯ
3370 ELSE\ИНАЧЕ
3380 D(J1)=D(J1)+O4\!СВЯЗЬ ВНУТРЕННЯЯ
3390 ENDI
3400 ENDI
3410 ENDF
3420 ENDF
3430 T=-32600\!ПОИСК КОМП. Эл-ТА ПО КРИТЕРИЮ
3440 FOR J=2 TO M
3450 FOR I=1 TO X
3460 IF J=U(I) THEN\ИСКЛЮЧЕНИЕ СКМПОНОВАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
3470 GOTO 3600
3480 ENDI
3490 ENDF
3500 FOR I=1 TO K1
3510 IF J=N2(I) THEN\ИСКЛЮЧЕНИЕ ПРОВЕРЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
3520 GOTO 3600
3530 ENDI

```

```

3540 ENDF
3550 R1=D(J)-E(J)\!РАЗНОСТЬ ВНУТРЕННИХ И ВНЕШНИХ СВЯЗЕЙ
3560 IF R1>T THEN
3570 T=R1
3580 R2=J
3590 ENDI
3600 ENDF
3610 IF T=-32600 THEN\ЕСЛИ НИ ОДИН НЕ ПОДХОДИТ
3620 GOTO 3890\!ТО ВЫВОД УЗЛА

3630 ENDI
3640 X=X+1\!ЗАПОМИНАНИЕ СКОМПОНОВАННОГО ЭЛЕМЕНТА
3650 U(X)=R2
3660 K=K+1
3670 W(K)=R2
3680 S7=S7+P(R2)
3690 IF S7=P2 THEN\ЕСЛИ ПЛАТА ЗАПОЛНЕНА
3700 GOTO 3890
3710 ELSIF S7>P2 THEN
3720 ZPMH
3730 IF PC<>0 THEN
3740 GOTO 3430
3750 ELSE
3760 GOTO 3890
3770 ENDI
3780 ENDI
3790 IF E(R2)>B2 THEN
3800 ZPMH
3810 GOTO 3890
3820 ENDI
3830 E9=E(R2)
3840 IF K<>K2 THEN\!КОЛИЧЕСТВО ЭЛЕМЕНТОВ УЗЛЕ <> МАКСИМАЛЬНОМУ
3850 IF X<>B1 THEN\!НЕ ВСЕ ЭЛЕМЕНТЫ СКОМПОНОВАНЫ
3860 GOTO 3080
3870 ENDI
3880 ENDI
3890 N3=N3+1
3910 PUT ///,'УЗЕЛ N',N3:I4
3920 PUT 3 ///,'УЗЕЛ N',N3:I4
3930 PUT 'ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ С НОМЕРАМИ'
3940 PUT 3 'ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ С НОМЕРАМИ'
3950 FOR I=1 TO K
3960 PUT -L W(I):I4
3970 PUT -L 3 W(I):I4
3980 ENDF #
3990 PUT
4000 PUT 3
4010 PUT 'КОЛИЧЕСТВО ВНЕШНИХ СВЯЗЕЙ УЗЛА=',E9:I4
4020 PUT 3 'КОЛИЧЕСТВО ВНЕШНИХ СВЯЗЕЙ УЗЛА=',E9:I4
4030 P0=S7/P2
4040 PUT 'КОЭФФ. ОТНОСИТЕЛЬНОГО ЗАПОЛНЕНИЯ ПЛАТЫ=',P0
4050 PUT 3 'КОЭФФ. ОТНОСИТЕЛЬНОГО ЗАПОЛНЕНИЯ ПЛАТЫ=',P0
4060 P0=S7/P2
4070 PUT 'КОЭФФ. ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНОЙ ПОВ-ТИ ПЛАТЫ=',P0
4080 PUT 3 'КОЭФФ. ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНОЙ ПОВ-ТИ ПЛАТЫ=',P0
4090 IF X<>B1 THEN

```



```
4100 GOTO 2830
4110 ENDI
4115 PUT 3 ///,'КОМПОНОВКА ЗАКОНЧЕНА',///
4120 PUT 'ЕСЛИ БУДЕТЕ ПРОВОДИТЬ ВЫЧИСЛЕНИЯ С ДРУГИМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ,'
4130 PUT 'ТО ВВЕДИТЕ - 1.НЕТ - 0'
4140 GET W7
4150 IF W7<>0 THEN
4160 GOTO 2260
4170 ENDI
4180 STOP
4190 END
```

 * КОМПОНОВКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ *

КОНТРОЛЬНЫЙ ПРИМЕР № I

МАКСИМАЛЬНЫЙ НОМЕР ЦЕПИ= 40
 МАКСИМАЛЬНЫЙ НОМЕР ЭЛЕМЕНТА= 15

В ЦЕПЬ НОМЕР	1	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
1	7	
КРАТНОСТЬ=	1	
В ЦЕПЬ НОМЕР	2	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
1	2	
КРАТНОСТЬ=	2	
В ЦЕПЬ НОМЕР	3	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
1	2 8	
КРАТНОСТЬ=	1	
В ЦЕПЬ НОМЕР	4	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
1	3	
КРАТНОСТЬ=	2	
В ЦЕПЬ НОМЕР	5	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
1	3 8	
КРАТНОСТЬ=	1	
В ЦЕПЬ НОМЕР	6	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
1	4	
КРАТНОСТЬ=	2	
В ЦЕПЬ НОМЕР	7	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
1	4 8	
КРАТНОСТЬ=	1	
В ЦЕПЬ НОМЕР	8	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
1	5	
КРАТНОСТЬ=	2	
В ЦЕПЬ НОМЕР	9	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
1	5 8	
КРАТНОСТЬ=	1	
В ЦЕПЬ НОМЕР	10	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
1	2 3 4 5 6 7	
КРАТНОСТЬ=	2	
В ЦЕПЬ НОМЕР	11	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
1	6	
КРАТНОСТЬ=	2	
В ЦЕПЬ НОМЕР	12	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
1	6 8	
КРАТНОСТЬ=	1	
В ЦЕПЬ НОМЕР	13	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
1	8	
КРАТНОСТЬ=	1	
В ЦЕПЬ НОМЕР	14	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
1	10	
КРАТНОСТЬ=	9	
В ЦЕПЬ НОМЕР	15	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
1	10	
КРАТНОСТЬ=	2	

В ЦЕПЬ НОМЕР	16	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
1 14		
КРАТНОСТЬ=	1	
В ЦЕПЬ НОМЕР	17	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
2 8		
КРАТНОСТЬ=	2	
В ЦЕПЬ НОМЕР	18	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
2 7		
КРАТНОСТЬ=	1	
В ЦЕПЬ НОМЕР	19	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
3 8		
КРАТНОСТЬ=	2	
В ЦЕПЬ НОМЕР	20	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
3 7		
КРАТНОСТЬ=	1	
В ЦЕПЬ НОМЕР	21	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
4 8		
КРАТНОСТЬ=	2	
В ЦЕПЬ НОМЕР	22	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
4 7		
КРАТНОСТЬ=	1	
В ЦЕПЬ НОМЕР	23	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
5 8		
КРАТНОСТЬ=	2	
В ЦЕПЬ НОМЕР	24	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
5 7		
КРАТНОСТЬ=	1	
В ЦЕПЬ НОМЕР	25	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
6 8		
КРАТНОСТЬ=	2	
В ЦЕПЬ НОМЕР	26	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
6 7		
КРАТНОСТЬ=	1	
В ЦЕПЬ НОМЕР	27	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
8 9 11		
КРАТНОСТЬ=	1	
В ЦЕПЬ НОМЕР	28	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
8 13		
КРАТНОСТЬ=	1	
В ЦЕПЬ НОМЕР	29	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
9 11		
КРАТНОСТЬ=	1	
В ЦЕПЬ НОМЕР	30	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
9 10 11 14		
КРАТНОСТЬ=	1	
В ЦЕПЬ НОМЕР	31	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
9 10		
КРАТНОСТЬ=	2	
В ЦЕПЬ НОМЕР	32	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
10 11		
КРАТНОСТЬ=	9	
В ЦЕПЬ НОМЕР	33	ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
10 12		
КРАТНОСТЬ=	1	

В ЦЕПЬ НОМЕР 34 ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
 11 12
 КРАТНОСТЬ= 9
 В ЦЕПЬ НОМЕР 35 ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
 11 12
 КРАТНОСТЬ= 1
 В ЦЕПЬ НОМЕР 36 ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
 12 13
 КРАТНОСТЬ= 2
 В ЦЕПЬ НОМЕР 37 ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
 12 13 14 15
 КРАТНОСТЬ= 2
 В ЦЕПЬ НОМЕР 38 ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
 12 14
 КРАТНОСТЬ= 2
 В ЦЕПЬ НОМЕР 39 ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
 12 15
 КРАТНОСТЬ= 1
 В ЦЕПЬ НОМЕР 40 ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ
 1 9
 КРАТНОСТЬ= 3

ПОЛУЧЕНА МАТРИЦА ЦЕПЕЙ

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
4	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
6	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
8	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0
11	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
13	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
14	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0
15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
17	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0

32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
40	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0

РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ПЛАТЫ= 170.0000 75.00000
12750.000

РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ АКТИВНОЙ ПОВ-ТИ ПЛАТЫ= 162.0000 51.0000
8262.000

РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N 2= 100.00000 31.11000
3111.000

РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N 3= 100.00000 31.11000
3111.000

РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N 4= 100.00000 31.11000
3111.000

РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N 5= 100.00000 31.11000
3111.000

РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N 6= 100.00000 31.11000
3111.000

РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N 7= 100.00000 31.11000
3111.000

РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N 8= 100.00000 29.40000
2940.000

РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N 9= 100.00000 22.00000
2200.000

РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N 10= 100.00000 16.00000
1600.000

РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N 11= 162.0000 51.00000

8262.000
РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N 12= 100.00000 40.00000
4000.000

РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N 13= 100.00000 30.00000
3000.000

РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N 14= 100.00000 20.24000
2024.000

РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N 15= 100.00000 24.00000
2400.000

КОМПОНОВКА БЕЗ УПЛОТНЕНИЯ

КОЛИЧЕСТВО ЭЛЕМЕНТОВ В УЗЛЕ= 3
МАКСИМАЛЬНОЕ КОЛИЧЕСТВО ВЫВОДОВ УЗЛА= 48

УЗЕЛ N 1
ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ С НОМЕРАМИ
10

КОЛИЧЕСТВО ВНЕШНИХ СВЯЗЕЙ УЗЛА= 24
КОЭФФ. ОТНОСИТЕЛЬНОГО ЗАПОЛНЕНИЯ ПЛАТЫ= 0.1254902
КОЭФФ. ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНОЙ ПОВ-ТИ ПЛАТЫ= 0.1936577

УЗЕЛ N 2
ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ С НОМЕРАМИ
11

КОЛИЧЕСТВО ВНЕШНИХ СВЯЗЕЙ УЗЛА= 22
КОЭФФ. ОТНОСИТЕЛЬНОГО ЗАПОЛНЕНИЯ ПЛАТЫ= 0.6480000
КОЭФФ. ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНОЙ ПОВ-ТИ ПЛАТЫ= 1.0000000

УЗЕЛ N 3
ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ С НОМЕРАМИ
8 2

КОЛИЧЕСТВО ВНЕШНИХ СВЯЗЕЙ УЗЛА= 21
КОЭФФ. ОТНОСИТЕЛЬНОГО ЗАПОЛНЕНИЯ ПЛАТЫ= 0.4745882
КОЭФФ. ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНОЙ ПОВ-ТИ ПЛАТЫ= 0.7323893

УЗЕЛ N 4
ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ С НОМЕРАМИ
12 13

КОЛИЧЕСТВО ВНЕШНИХ СВЯЗЕЙ УЗЛА= 17
КОЭФФ. ОТНОСИТЕЛЬНОГО ЗАПОЛНЕНИЯ ПЛАТЫ= 0.5490196
КОЭФФ. ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНОЙ ПОВ-ТИ ПЛАТЫ= 0.8472525

УЗЕЛ N 5
ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ С НОМЕРАМИ
3 7

КОЛИЧЕСТВО ВНЕШНИХ СВЯЗЕЙ УЗЛА= 12
КОЭФФ. ОТНОСИТЕЛЬНОГО ЗАПОЛНЕНИЯ ПЛАТЫ= 0.4880000
КОЭФФ. ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНОЙ ПОВ-ТИ ПЛАТЫ= 0.7530864

УЗЕЛ N 6
ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ С НОМЕРАМИ
4 15 14

КОЛИЧЕСТВО ВНЕШНИХ СВЯЗЕЙ УЗЛА= 15
КОЭФФ. ОТНОСИТЕЛЬНОГО ЗАПОЛНЕНИЯ ПЛАТЫ= 0.5909804
КОЭФФ. ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНОЙ ПОВ-ТИ ПЛАТЫ= 0.9120068

УЗЕЛ N 7
ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ С НОМЕРАМИ

5 6
КОЛИЧЕСТВО ВНЕШНИХ СВЯЗЕЙ УЗЛА= 14
КОЭФФ. ОТНОСИТЕЛЬНОГО ЗАПОЛНЕНИЯ ПЛАТЫ= 0.4880000
КОЭФФ. ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНОЙ ПОВ-ТИ ПЛАТЫ= 0.7530364

УЗЕЛ N 8
ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ С НОМЕРАМИ

9
КОЛИЧЕСТВО ВНЕШНИХ СВЯЗЕЙ УЗЛА= 8
КОЭФФ. ОТНОСИТЕЛЬНОГО ЗАПОЛНЕНИЯ ПЛАТЫ= 0.1725490
КОЭФФ. ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНОЙ ПОВ-ТИ ПЛАТЫ= 0.2662793

КОМПОНОВКА ЗАКОНЧЕНА

РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ПЛАТЫ= 170.0000 75.00000
12750.00
РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ АКТИВНОЙ ПОВ-ТИ ПЛАТЫ= 162.0000 51.0000
8262.000

РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N	2=	100.00000	31.11000
3111.000			
РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N	3=	100.00000	31.11000
3111.000			
РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N	4=	100.00000	31.11000
3111.000			
РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N	5=	100.00000	31.11000
3111.000			
РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N	6=	100.00000	31.11000
3111.000			
РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N	7=	100.00000	31.11000
3111.000			
РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N	8=	100.00000	29.40000
2940.000			
РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N	9=	100.00000	22.00000
2200.000			
РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N	10=	100.00000	16.00000
1600.000			
РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N	11=	162.0000	51.00000
8262.000			
РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N	12=	100.00000	40.00000
4000.000			
РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N	13=	100.00000	30.00000
3000.000			
РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N	14=	100.00000	20.24000
2024.000			
РАЗМЕРЫ И ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА N	15=	100.00000	24.00000
2400.000			

КОМПОНОВКА С УПЛОТНЕНИЕМ

КОЛИЧЕСТВО ЭЛЕМЕНТОВ В УЗЛЕ= 3
МАКСИМАЛЬНОЕ КОЛИЧЕСТВО ВЫХОДОВ УЗЛА= 48

УЗЕЛ N 1
ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ С НОМЕРАМИ
10 9 15

КОЛИЧЕСТВО ВНЕШНИХ СВЯЗЕЙ УЗЛА= 30
КОЭФФ. ОТНОСИТЕЛЬНОГО ЗАПОЛНЕНИЯ ПЛАТЫ= 0.4862745
КОЭФФ. ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНОЙ ПОВ-ТИ ПЛАТЫ= 0.7504236

УЗЕЛ N 2
ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ С НОМЕРАМИ
11

КОЛИЧЕСТВО ВНЕШНИХ СВЯЗЕЙ УЗЛА= 22
КОЭФФ. ОТНОСИТЕЛЬНОГО ЗАПОЛНЕНИЯ ПЛАТЫ= 0.6480000
КОЭФФ. ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНОЙ ПОВ-ТИ ПЛАТЫ= 1.0000000

УЗЕЛ N 3
ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ С НОМЕРАМИ
8 2 14

КОЛИЧЕСТВО ВНЕШНИХ СВЯЗЕЙ УЗЛА= 27
КОЭФФ. ОТНОСИТЕЛЬНОГО ЗАПОЛНЕНИЯ ПЛАТЫ= 0.6333333
КОЭФФ. ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНОЙ ПОВ-ТИ ПЛАТЫ= 0.9773663

УЗЕЛ N 4
ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ С НОМЕРАМИ
12 13

КОЛИЧЕСТВО ВНЕШНИХ СВЯЗЕЙ УЗЛА= 17
КОЭФФ. ОТНОСИТЕЛЬНОГО ЗАПОЛНЕНИЯ ПЛАТЫ= 0.5490196
КОЭФФ. ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНОЙ ПОВ-ТИ ПЛАТЫ= 0.8472525

УЗЕЛ N 5
ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ С НОМЕРАМИ
3 7

КОЛИЧЕСТВО ВНЕШНИХ СВЯЗЕЙ УЗЛА= 12
КОЭФФ. ОТНОСИТЕЛЬНОГО ЗАПОЛНЕНИЯ ПЛАТЫ= 0.4880000
КОЭФФ. ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНОЙ ПОВ-ТИ ПЛАТЫ= 0.7538864

УЗЕЛ N 6
ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ С НОМЕРАМИ
4 5

КОЛИЧЕСТВО ВНЕШНИХ СВЯЗЕЙ УЗЛА= 14
КОЭФФ. ОТНОСИТЕЛЬНОГО ЗАПОЛНЕНИЯ ПЛАТЫ= 0.4880000
КОЭФФ. ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНОЙ ПОВ-ТИ ПЛАТЫ= 0.7538864

УЗЕЛ N 7
ВХОДЯТ ЭЛЕМЕНТЫ С НОМЕРАМИ
6

КОЛИЧЕСТВО ВНЕШНИХ СВЯЗЕЙ УЗЛА= 8
КОЭФФ. ОТНОСИТЕЛЬНОГО ЗАПОЛНЕНИЯ ПЛАТЫ= 0.2440000
КОЭФФ. ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНОЙ ПОВ-ТИ ПЛАТЫ= 0.3765432

КОМПОНОВКА ЗАКОНЧЕНА

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Предварительный анализ и компоновка схемы	3
2. Автоматизированное разбиение схемы по конструктивным модулям первого уровня	5
2.1. Модели описания электрических схем устройств	5
2.2. Математическая постановка задачи компоновки	8
2.3. Описание алгоритма и программы компоновки	10
2.4. Инструкция по работе с программой	16
2.5. Пример компоновки	18
Литература	21
Приложения	23

Бесплатно