

Лабораторно упражнение No 4

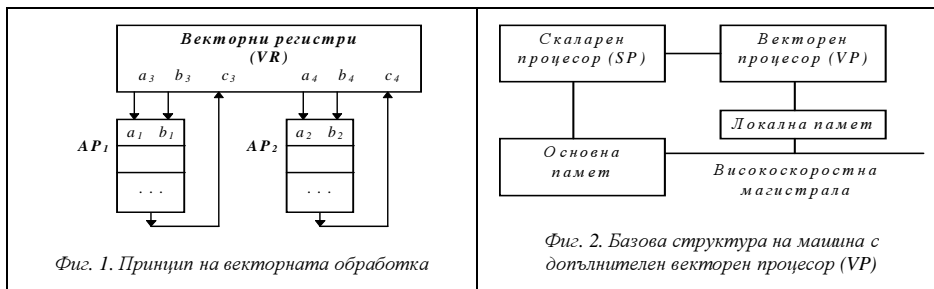
Организация на базови синхронни паралелни КА и изследване на системни характеристики и производителност

1. Теоретична постановка

1.1. Особенности на синхронните паралелни КА

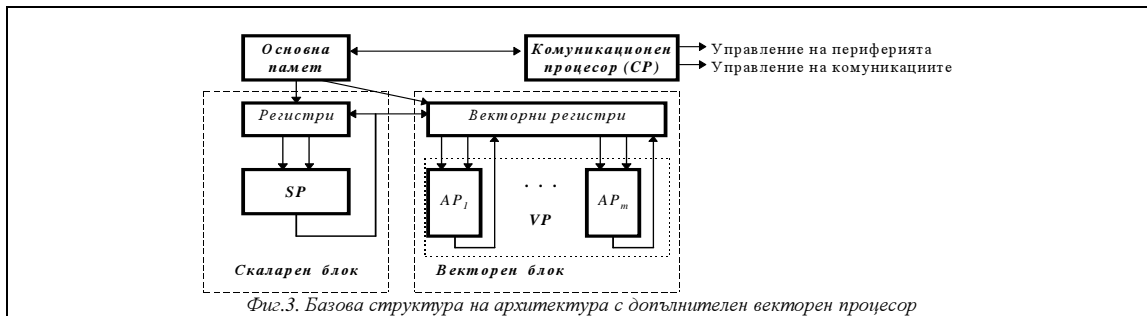
Паралелната компютърна архитектура (ПКА) е свързана с поддържане на явен паралелизъм от високо ниво от множество процесорни единици с еднаква или различна сложност, обединени по определена стратегия за обработка на множествените потоци от данни. При **синхронните ПКА** паралелните изчисления се координират от централизирано (глобално) управление на базата на фиксирана последователност от тактови импулси. В зависимост от организацията се разделят на представените по-долу три групи.

♦ **Векторна архитектура (VA).** Базирана е на паралелното функциониране на няколко аритметични конвейера AP (между 8 и 32) за обработка на векторни данни (мултиконвейер), съхранявани във векторни регистри (VR) - фиг.1. При машинен такт от 20 ns, производителността на един конвейер е около 50 MFLOPS, което позволява при мултиконвейерната ПКА достигане на производителност над 1 GFLOPS. На практика реалната производителност е под теоретичната. Обикновено векторният процесор (VP) се използва като допълнителен в архитектурна организация, включваща и скаларен процесор (SP) - фиг.2.



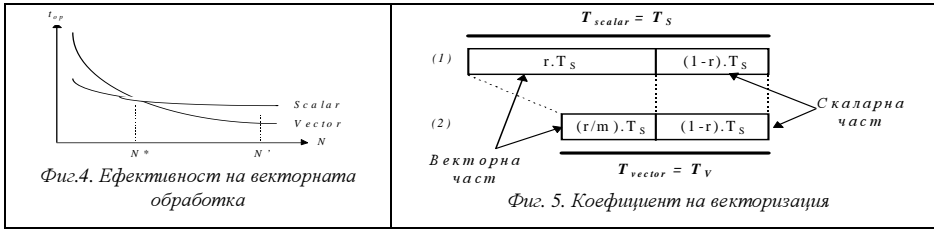
Базовата структура (фиг.3) включва основните компоненти, осигуряващи скаларна обработка (SISD) на основния информационен поток и поддържане на векторните операции над данни, инициализирани от SP , но изпълнявани от VP . При прехода от скаларна към векторна обработка се зареждат векторните регистри и обемът на предварителната подготовка за операция нараства. Това определя неефективност на векторната обработка при единични данни, както и при къси вектори. От фиг.4 се вижда, че векторната обработка се препоръчва при стойности за дължината на векторите $N > N^*$.

При определяне на производителността на VA трябва да се оцени наличието на скаларно изпълнима част от обработката, която не може да бъде изпълнена векторно.

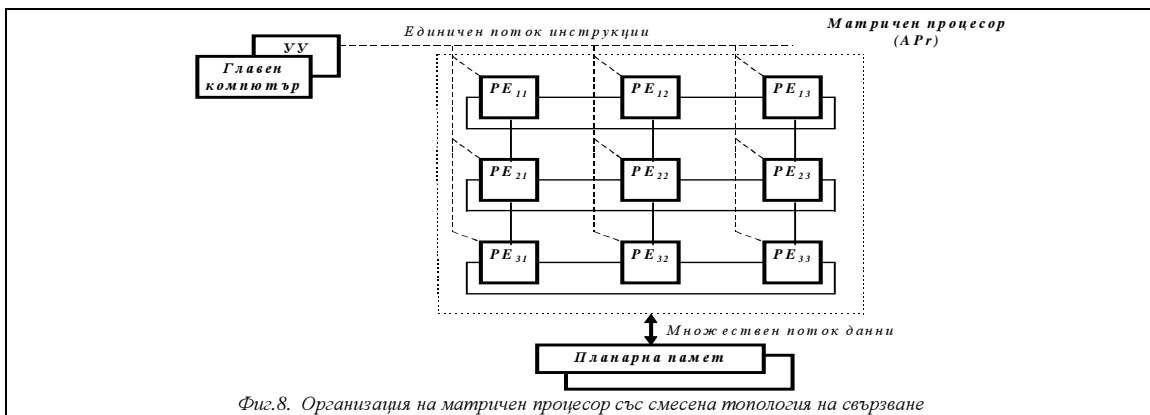
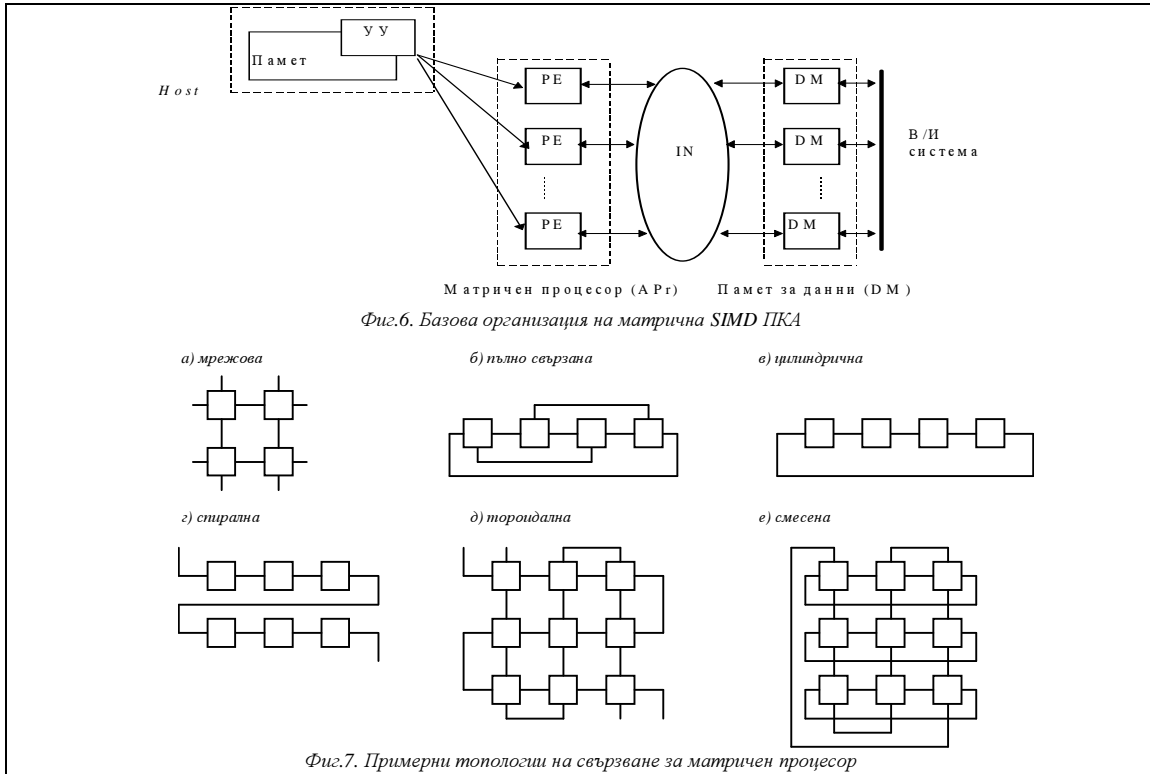


Коефициентът на векторизация r определя какво е съотношението между векторната и скаларната части в общата задача (фиг.5). При напълно скаларно изпълнение на задача е необходимо време $T_S = r \cdot T_S + (1-r) \cdot T_S$, докато при използване на VP с m конвейера може да се съкрати времето за обработка на векторната част на задачата (T_V е съкращаване на времето за изпълнение):

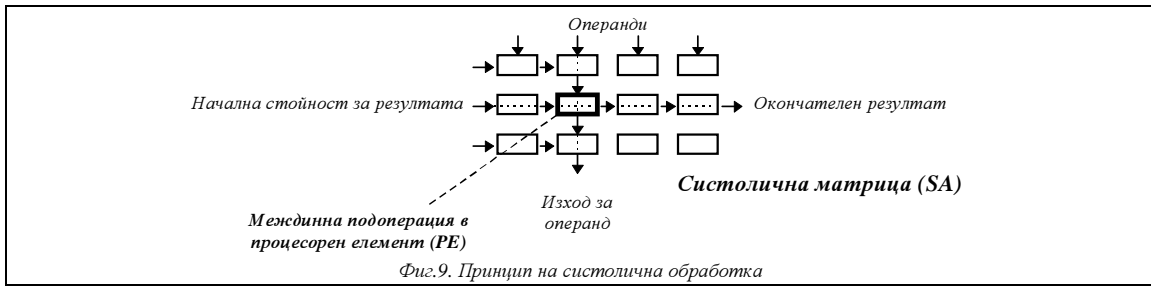
$$T_V = \frac{r}{m} \cdot T_S + (1-r) \cdot T_S = \left(\frac{r}{m} + 1 - r\right) \cdot T_S \Rightarrow \frac{T_S}{T_V} = \frac{1}{\frac{r}{m} + 1 - r}$$



♦ **SIMD-архитектури (матрична и асоциативна).** Типичен представител на SIMD ПКА е матричната архитектура (фиг.6), която включва матричен процесор (Array Processor - AP) и памет за данни (DM). Връзката процесори-памет се осъществява чрез свързващата мрежа IN, като на фиг.7 са дадени примерни топологични схеми, а на фиг. 8 - конкретна реализация на матричен процесор със смесени топология на свързване.



♦ **Системна архитектура.** Високосинхронизирана структура от еднородни процесорни елементи, осъществяващи паралелно конвейерно изчисляване на дадена функция чрез насочване към тях на необходимите потоци от операнди и междинни резултати (фиг. 9).



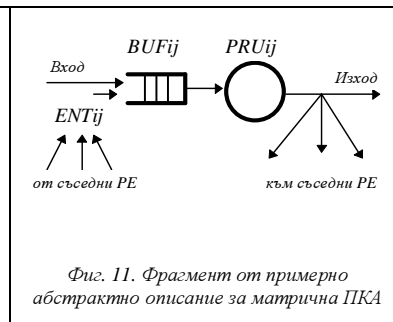
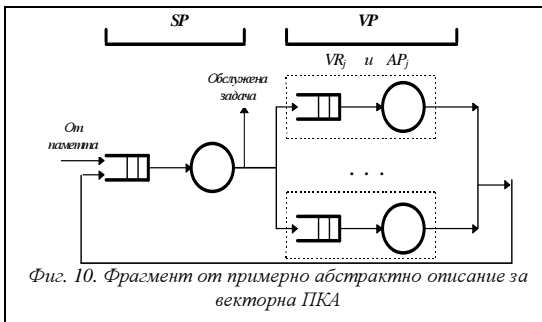
2. Задание за лабораторна работа

Да се разработи базовата структура на синхронна ПКА (по допълнително индивидуално задание), като се определят основните системни характеристики за анализирани на ефективността и производителността. Да се построи симулационен модел за изследване на натоварването на процесорните елементи и да се проведат примерни експерименти с вариране на избрани управляеми фактори (променливи). Да се обобщят и анализират получените експериментални резултати и се построят подходящи графични зависимости.

3. Лабораторни експерименти

При изпълнение на заданието се преминава през етапите:

1. Изграждане на базовата структура, реализираща основните принципи на зададения абстрактен архитектурен модел и на модела на междупроцесни взаимодействия.
2. Определяне на основни системни характеристики и дефиниране на аналитични изрази за функционални зависимости за ефективността и производителността на съответната ПКА.
3. Съставяне на абстрактно описание на ПКА, като за целта се избира основната процесорна единица, описвана чрез СМО (едно- или многоканална). Принципите на управление и междупроцесните взаимодействия се описват чрез пренасочване на потоците между отделните СМО. Примерни фрагменти от абстрактни описания са показани на фиг.10 (за векторна ПКА) и на фиг.11 (за матрична ПКА).
4. Съставяне на програмно описание на модела (модел на системата и модел на работното натоварване) чрез GPSS.
5. Провеждане на симулационни експерименти с избор на управляемите параметри и уточняване на съответните нива на промяната (да се събере достатъчно моделна информация).
6. Обобщаване на експерименталните резултати (например, в таблица), анализирани на оценките, построяване на подходящи графични зависимости.



4. Съдържание на отчета

В отчета, оформен стандартно (име, факултетен номер, група, курс, дисциплина), се включва:

- а) номер и тема на упражнението;
- б) задание за лабораторна работа;
- в) резултати от изпълнението на индивидуалното задание.