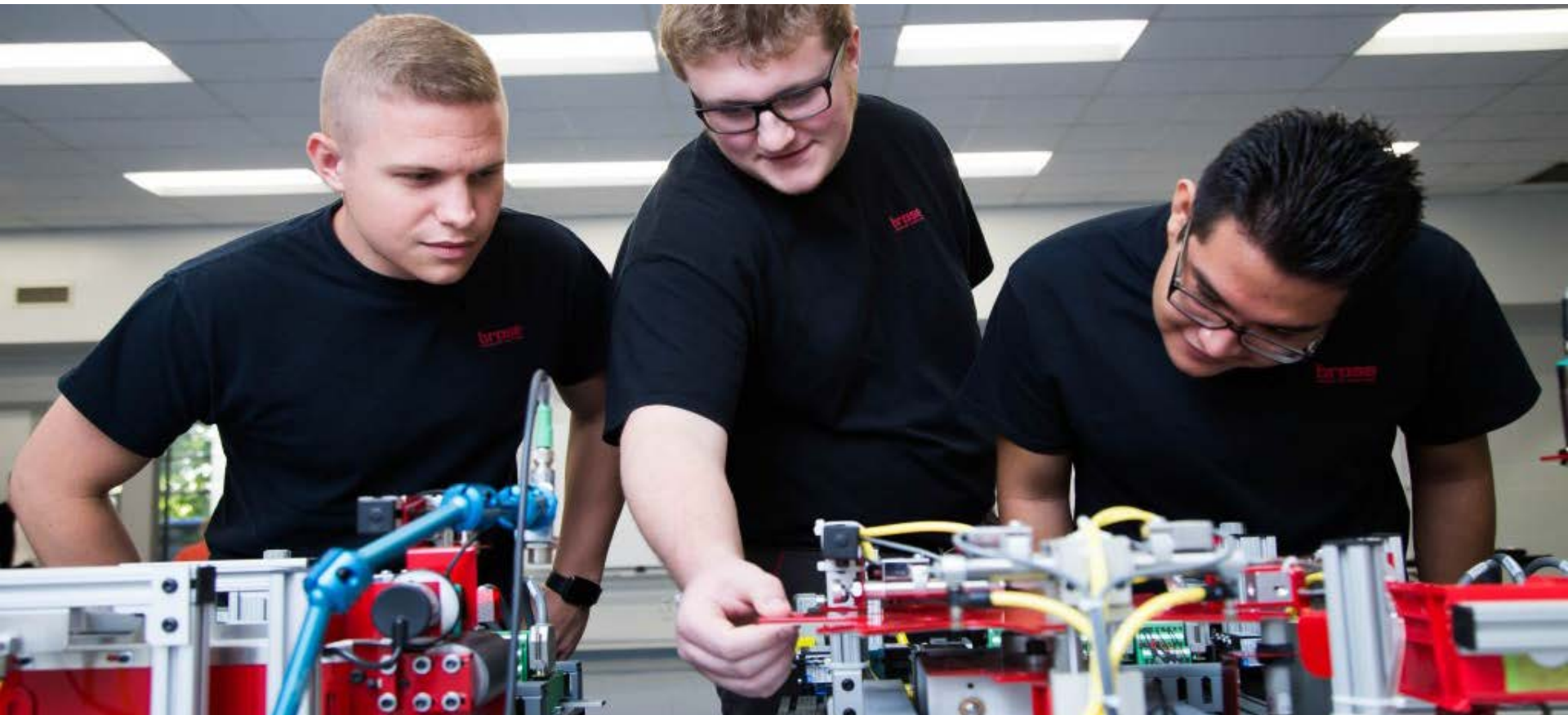


проектиране на ПРОИЗВОДСТВЕН УЧАСТЪК, ЛИНИЯ или СИСТЕМА



методология за изготвяне на курсова работа



1

Средномесечна големина на партидата

1.1. Определяне на годишния ефективен фонд на време на МПЗ

$$F_{\text{ег}} = 60 \cdot D_p \cdot K_{\text{см}} \cdot T_{\text{см}} \cdot K_{\text{исв}} \quad [\text{мин./год.}]$$

Където:

D_p – броят на работните дни в годината, бр./год.

$K_{\text{см}}$ – коефициент на сменност

$T_{\text{см}}$ – продължителност на смяната, ч.

$K_{\text{исв}}$ – коефициент на използване на сменното време



$D_p = 250$ бр. – изчислява се за всяка година – зависи от продължителността на работната седмица, почивните дни в годината и общия брой на календарните дни в годината. За целите на КР приемаме 5-дневна раб. седмица.

$K_{см}$ = броят на смените в работния ден (денонощие)

Коефициент на сменност - $K_{см}$	1	2	3	4
Групов участък (ГУ)	●	(●)		
Предметен участък (ПУ)	(●)	●		
Технологична линия (ТЛ)		●	(●)	
Еднопредметна поточна линия (ЕПЛ)		●	●	(●)
Многопредметна поточна линия (МПЛ)		●	●	(●)
Гъвкав автоматизиран участък (ГАУ)			●	(●)
Гъвкава автоматизирана линия (ГАЛ)			●	(●)
Виртуална клетъчна производствена система (ВКПС)			●	(●)



$$T_{\text{см}} = 8 \text{ часа}$$

В Кодекса на труда нормативно е определена. Може да бъде различна за различните производства. За целите на КР приемаме 8 часа от 5-дневна раб. седмица.

$$K_{\text{исв}} = \text{относителния дял на реално използваемата част на сменното време}$$

Вид производствено ПЗ – участък, линия, система	Коефициент на използване на сменното време - $K_{\text{исв}}$
Групов участък (ГУ)	0,80
Предметен участък (ПУ)	0,85
Гъвкав автоматизиран участък (ГАУ)	0,85
Гъвкава автоматизирана линия (ГАЛ)	0,85
Виртуална клетъчна производствена система (ВКПС)	0,85
Технологична линия (ТЛ)	0,85
Многопредметна поточна линия (МПЛ)	от 0,90 до 0,92
Еднопредметна поточна линия (ЕПЛ)	от 0,92 до 0,94



1.2. Определяне на диапазона на изменение на коефициента на масовост

$$\frac{K_{M_{\min}}}{K_{M_{\max}}}$$

Тип на производство	$K_{M_{\min}}$	$K_{M_{\max}}$
Единичен	$---> 0$	$< 0,025$
Малкосериен	0,025	$< 0,05$
Средносериен	0,05	$< 0,1$
Голямосериен	0,1	< 1
Масов	1	$---> \infty$



Тип на производство	Единичен	Малко-сериен	Средно-сериен	Голямо-сериен	Масов
Групов участък	●	●			
Виртуално-клетъчна производствена система	●	●	●		
Гъвкав автоматизиран участък	●	●	●	●	
Предметен участък		●	●		
Технологична линия			●	●	
Гъвкава автоматизирана линия			●	●	
Многопредметна поточна линия				●	
Еднопредметна поточна линия					●



1.3. Определяне на минималната и максималната средномесечна големина на партидата

$$n_{M_{min}} = \frac{Q_{r_{min}}}{12} \text{ [бр./мес.]}$$

$$n_{M_{max}} = \frac{Q_{r_{max}}}{12} \text{ [бр./мес.]}$$

$Q_{r_{min}}$ – минимален годишен обем на производството, бр./год.

$Q_{r_{max}}$ – максимален годишен обем на производството, бр./год.



$$Q_{\Gamma_{\min}} = \frac{F_{\text{ег}} \cdot K_{\text{м}_{\min}} \cdot J}{\sum_{j=1}^J t_{\text{н}j}} \quad [\text{бр./год.}]$$

$$Q_{\Gamma_{\max}} = \frac{F_{\text{ег}} \cdot K_{\text{м}_{\max}} \cdot J}{\sum_{j=1}^J t_{\text{н}j}} \quad [\text{бр./год.}]$$

Където

$F_{\text{ег}}$ – годишният ефективен фонд на време, мин./год.

$t_{\text{н}j}$ – нормовреме за изпълнение на j -та ТО, мин./бр.
(коригира се с коефициент **1,1** от оперативното време $t_{\text{оп}j}$)

J – броят на ТО за производството на изделия (полуфабриката), бр.

$K_{\text{м}_{\min}}, K_{\text{м}_{\max}}$ – мин. и макс. ст-ти на коефициента на масовост



1.4. Определяне на средномесечната големина на партидата

$$(n_{m_{\min}} + n_{m_{\min}}) / 2 \quad [\text{бр./мес.}]$$

За целите на КР стойността на средномесечната големина на партидата $n_{m_{\text{cp}}}$ се закръглява на кръгло число, което да позволява разделянето ѝ на цяло число транспортни партии.

1.5. Определяне типа на производството чрез K_m

За избраната средномесечна големина на партидата определяме типа на производството:

$$K_m = \frac{t_{H_{\text{cp}}}}{R_{\text{усл}}} = \frac{\frac{\sum_{j=1}^J t_{H_j}}{J}}{\frac{F_e}{Q}} = \frac{Q \cdot \sum_{j=1}^J t_{H_j}}{F_e \cdot J},$$



2

Начин на разположение на работните места в ПЗ и кратка обосновка на приетия начин

! Да се определи начинът на разположение на РМ и да се обоснове със следното:

- Специализацията на ПЗ – технологична или предметна
 - Технологична специализация – 1 вариант на разположение на РМ
 - Предметна специализация – 4 варианта на разположение на РМ
- Формата на организация на производството – 5 варианта
- Вида на РМ (от един и същи вид или разнородни); движение на полуфабрикатите (материалния поток) - едноточечно, напречно, насрещно, разнообразни премествания; вида на ТО (еднородни или разнородни); вида на технологичните процеси (еднакви, сходни, индивидуални, различни).



Форма на организация на производството	Веществен израз на ФОП	Начин на разположение на РМ
Групова	Групов участък (ГУ)	Групово
Поточна	Еднопредметна поточна линия (ЕПЛ)	Предметно-линейно
	Многопредметна поточна линия (МПЛ)	Предметно-линейно
Предметна	Технологична линия (ТЛ)	Предметно-линейно
	Гъвкава автоматизирана линия (ГАЛ)	Предметно-линейно
	Предметен участък (ПУ)	Предметно-нелинейно
Предметно-групова	Гъвкав автоматизиран участък (ГАУ)	Предметно-групово
Виртуално-клетъчна	Виртуална клетъчна система (ВКПС)	Равномерно-разпръснато



3

Диапазон на изменение на ТПВ на РМ за избрания начин на разположение

ТПВ се оценяват с помощта на степента (коефициента) на коопериране (χ), показващ средния брой ТПВ, които всяко РМ може да поддържа с останалите РМ в МПЗ - **пряко зависи от избрания начин на разположение на РМ.**

$$\chi = \frac{\sum_{m=1}^M K_m}{M}$$

Където

M – броят на РМ в МПЗ, бр.

K_m – броят на входящите и изходящите ТПВ на **m**-то работно място

! Да се изчисли диапазонът на изменение и да се обоснове вида на ТПВ – постоянни, временни, малобройни, многобройни, разнообразни и т.н.



Начин на разположение на РМ	χ_{\min}	χ_{\max}
Групово	0	2 – 2/М
Предметно-линейно	2 – 2/М	4 – 6/М
Предметно-нелинейно	4 – 6/М	10 – 16/М
Предметно-групово	10 – 16/М	2М – 2 – 4/М
Равномерно-разпръснато	2М – 2 – 4/М	2М -2



4

Определяна на начина на съчетаване на ТО

Начинът на съчетаване на структурните елементи на ПП зависи от:

- **ФОП**
- **Конкретния веществен израз на ФОП – вида МПЗ**
- **Типа на производство**

! Да се определи начинът за съчетаване на ТО в конкретния слуай и да се обоснове.



ФОП	Веществен израз на ФОП	Начин на съчетаване на ТО
Групова	Групов участък	Последователно
Предметна	Предметен участък	Последователно (малкосериен) Паралелно-последователно (средносериен)
	Технологична линия	Паралелно-последователно
	Гъвкава автоматизирана линия	Паралелно-последователно
Предметно-групова	Гъвкав автоматизиран участък	Последователно (единичен и малкосериен) Паралелно-последователно (средно- и голямосериен)
Виртуално-клетъчна	Виртуална клетъчна система	Паралелно-последователно
Поточна	Еднопредметна поточна линия	Паралелно
	Многопредметна поточна линия	Паралелно



5

Определяна на начина на движение на полуфабрикатите от партидата

! Да се определи начинът на движение на полуфабрикатите, като се съобразят следните фактори:

- начина на съчетаване на ТО
- размер, маса и формата на полуфабрикатите
- обема на транспортната работа

Начин на съчетаване на ТО	Възможни начини на движение на полуфабрикатите		
	Поединично	На транспортни партиди	Партидно
Последователно	●	●	●
Паралелно	●	●	
Паралелно-последователно	●	●	



6

Определяна на технологичния цикъл - изчислително и графично

6.1. Изчисляване на технологичния цикъл – $T_{цт}$ [мин.]

$$T_{цт_{посл}} = n \cdot \sum_{j=1}^J \frac{t_{онj}}{M_j}$$

$$T_{цт_{пар}} = p \cdot \sum_{j=1}^J t_{онj} + (n - p) \cdot \left(\frac{t_{онj}}{M_j} \right)_{\max}$$

$$T_{цт_{nn}} = n \cdot \sum_{j=1}^J t_{онj} - (n - p) \cdot \sum_{j=2}^J t_{пм_{j-1,j}}$$

n – големина на партидата полуфабрикати, бр.

J – броят на ТО, бр.

t_{онj} – оперативното време за изп. на j-та ТО, мин/бр.

M_j – броят на РМ за изп. на j-та ТО

t_{пм_{j-1,j}} – оперативното време на по-малката по продължителност ТО, мин/бр



6.2. Графично определяне на технологичния цикъл – $T_{цт}$ [мин.]

! Да се изчертае последователността на ТО в подходящ мащаб мин./мм при следното ограничително условие за паралелно и паралелно-последователно съчетаване на ТО:

При голям брой на полуфабрикатите или транспортните партии - изчертаването да се направи за 6 полуфабриката (транспортни партии).



7

Определяна на междуперационното време и времето за организационно-техническа подготовка

7.1. Определяне на времето за ОТП – $T_{отп}$ [мин.]

- Последователно съчетаване на ТО

$$T_{отп_n} = \sum_{j=1}^J T_{пз_j} \text{ [мин]}$$

- Паралелно и паралелно-последователно съчетаване на ТО

$$T_{отп_{пар/пп}} = T_{пз_1} + \sum_{j=2}^J T_{пз_j}^{нпр} \text{ [мин]}$$

J – броят на ТО, бр.

$T_{пз_j}$ – подготвително-заключително време на j -та ТО, мин.

$T_{пз_1}$ – подготвително-заключително време на 1-та ТО, мин.

$T_{пз_j}^{нпр}$ – неприпокриващото се подготвително-заключително време на j -та ТО с оперативните и подг.-закл. времена на предходните операции, мин.



7.2. Определяне на междуперационното време – $T_{мо}$

1) Паралелно съчетаване на синхронизирани ТО

- Работен конвейер с равномерно движение - не се определя
- Работен конвейер с пулсиращо движение

$$T_{мо} = T_{тр} = (J + n - 2) \cdot t_{тр} \quad [\text{мин.}]$$

- Разпределителен конвейер с РАВНОМЕРНО движение !!!

$$T_{мо} = T_{тр} = (J - 1) \cdot t_{тр} = (J - 1) \cdot r \quad [\text{мин.}]$$

J – броят на ТО, бр.

n – големината на партидата

$t_{тр}$ – време за придвижване на полуф. между две съседни РМ, мин./бр.

r – такт на поточната линия, мин./бр.

$T_{тр}$ – време за транспортни операции, мин.



2) Последователно и Паралелно-последователно съчетаване на ТО

$$T_{\text{мо}} = (J - 1) \cdot t_{\text{мо ср.}} [\text{ч.}]$$

$$t_{\text{мо ср.}} = -2,95 + 0,564 \cdot K_{\text{зо}} [\text{ч/бр}]$$

$$K_{\text{зо}} = \frac{1}{K_{\text{м}}} = \frac{F_{\text{ер}} \cdot J}{Q_{\text{г}} \cdot \sum_{j=1}^J t_{\text{н}j}}$$

$F_{\text{ер}}$ – годишният ефективен фонд на време, мин./год.

$t_{\text{н}j}$ – нормовреме за изпълнение на j -та ТО, мин./бр.

(коригира се с коефициент **1,1** от оперативното време $t_{\text{оп}j}$)

J – броят на ТО за производството на изделието (полуфабриката), бр.

$Q_{\text{г}}$ – годишен обем на производството, бр./год.

$K_{\text{м}}$ – коефициен на масовост

$K_{\text{зо}}$ – коефициен на закрепване на операциите



8

Определяна на цикъла на частичния процес

- Последователно и паралелно-последователно съчетаване на ТО

$$T_{цч_{п/пп}} = T_{цт_{п/пп}} / 60 + T_{отп_{п/пп}} / 60 + T_{мо_{п/пп}} \text{ [часа]}$$

$$T_{цч_{п/пп}}^* = T_{цч_{п/пп}} / T_{см} \cdot K_{см} \text{ [раб.дни]}$$

$T_{цт}$ – технологичен цикъл, мин.

$T_{отп}$ – време за ОТП, мин.

$T_{мо}$ – междуоперационно време, ч.

$T_{см}$ – продължителност на работната смяна, ч.

$K_{см}$ – коефициент на сменност



8

Определяна на цикъла на частичния процес

- Паралелно съчетаване на ТО

$$T_{\text{цч}}_{\text{пар}} = T_{\text{цт}}_{\text{пар}} + T_{\text{отп}}_{\text{пар}} + T_{\text{тр}}_{\text{пар}} \text{ [мин.]}$$

$$T_{\text{цч}}_{\text{пар}}^* = T_{\text{цч}}_{\text{пар}} / 60 \cdot K_{\text{исв}} \cdot T_{\text{см}} \cdot K_{\text{см}} \text{ [раб.дни]}$$

$T_{\text{цт}}$ – технологичен цикъл, мин.

$T_{\text{отп}}$ – време за ОТП, мин.

$T_{\text{тр}}$ – време за транспортни операции (междуперационно време), мин.

$T_{\text{см}}$ – продължителност на работната смяна, ч.

$K_{\text{см}}$ – коефициент на сменност

$K_{\text{исв}}$ – коефициент на използване на сменното време



9

Определяна на различните видове задели

1. Групов участък: $Z = Z_t + Z_{об}$ [бр.]
2. Поточни линии (едно- и многопредметни)
 - ПЛ с работен конвейер: $Z = Z_t$ [бр.]
 - ПЛ с разпределителен конвейер с равномерно движение:
$$Z = Z_t + Z_{тр} + Z_{гар}$$
 [бр.]
3. Предметни участъци: $Z = Z_t + Z_{об}$ [бр.]
4. Технологични линии: $Z = Z_t + Z_{тр} + Z_{об}$ [бр.]
5. Гъвкави автоматизирани участъци: $Z = Z_t + Z_{об}$ [бр.]
6. Виртуално-клетъчни производствени системи:
$$Z = Z_t + Z_{об}$$
 [бр.]



□ Определяна на технологичния задел – Z_T

$$Z_T = \sum_{m=1}^M a_m \cdot b_m \quad [\text{бр.}]$$

M – броят на работни места в МПЗ;

a_m – броят на позициите на **m**-тото работно място;

b_m – броят на полуфабрикатите на една позиция на **m**-тото работно място.

Приемаме, че: **a_m** и **b_m** = 1



- ❑ **Определяне на постоянния транспортен задел – Z_{tr}**
за поточна линия с лентов разпределителен конвейер

$$Z_{mp} = \left(\frac{L_p}{L_0} - 1 \right) \cdot p \quad [\text{бр.}]$$

L_p – работната дължина на конвейера, м

L_0 – стъпката на конвейера, м;

p – транспортна партида, бр.

Приемаме, че: **$L_p = 15$ м, $L_0 = 2$ м**

$p = \dots$ бр. – зависи от конкретния случай, като при поединично движение $p = 1$



□ Определяна на гаранционния задел – $Z_{гар}$

за поточна линия с РМ с ниска степен на надеждност

$$Z_{гар_j} = \frac{T_{заг_j}}{\frac{t_{оп_{j+1}}}{M_{j+1}}} \cdot \omega \quad [\text{бр.}]$$

$T_{заг_j}$ – вероятната продължителност на случайните загуби от време на РМ, изпълняващо j -тата операция, мин;

$t_{оп_{j+1}}$ – оперативно време на $j+1$ -вата операция, мин/бр.;

M_{j+1} – броят на РМ, изпълняващи $j+1$ -тата операция, бр.;

ω – коефициент на сигурност, определящ достоверността на данните за случайните загуби на време = $1.1 \div 1.3$. (обратнопропорционално). Приемаме $\omega = 1.2$



$$T_{заг\ j} = T_{a\ j} + T_{b\ j} \cdot \varphi_j + d_j \cdot t_{оп\ j} \quad [\text{мин.}]$$

T_{aj} – вероятна продължителност на случайното прекъсване (отстраняване на авария, смяна на счупен инструмент и др.), мин;

T_{bj} – вероятна продължителност на периода с намалена производителност (за допълнително настройване) след случайното прекъсване, мин;

φ_j – вероятна степен на понижение на производителността на РМ, изпълняващо j -тата операция, в резултат на случайното прекъсване;

d_j – вероятен извъннормативен (допълнителен) брак, получен в резултат на случайното прекъсване на РМ, изпълняващо j -тата операция, бр.;

$t_{оп\ j}$ – оперативно време на j -тата операция, мин/бр.

№ операция (РМ)	$t_{оп\ j}$ [мин/бр]	T_{aj} [мин.]	T_{bj} [мин.]	φ_j	d_j [бр.]



❑ Определяна на оборотния задел – $Z_{об}$

1. Определяне на периода на оборота на задела
2. Определяне на точките на промяна и на фазите на изменение на оборотния задел
3. Определяне на оборотния задел, образуван между всяка двойка последователни ТО и за всяка точка на промяна
4. Определяне на сумарния оборотен задел във всяка точка на промяна
5. Графично представяне
6. Определяне на средния оборотен задел - $Z_{об_{ср}} = S / I$

където: S – лицето на фигурата образувана от сумарния оборотен задел в т. 4
 I – периода на оборота на задела

❑ Определяна на сумарния вътрешноучастъков или вътрешнолинеен задел – $Z_{ву(вл)}$

$$Z_{ву(вл)} = Z_t + Z_{тр} + Z_{гар} + Z_{об}$$



10

**План на разположение на работните места в
производствения участък, линия или система**





Допълнителни указания

□ Брой на РМ (M_j):

- Варианти с ГУ, ПУ, ТЛ, ГАУ, ГАЛ, ВКПС – по едно РМ за всяка от шестте операции в общия случай или добавяне на РМ само за най-продължителните операции (по индивидуална преценка) при последователно съчетаване на ТО.

■ Варианти с ЕПЛ и МПЛ

!!! Да се добавят РМ за по-продължителните операции с цел постигане на максимална степен на синхронизация в изпълнението на последователните двойки операции при условие, че тактът r [мин./бр.] на линията е със следните стойности:

Вариант 1.4: $r = 2 \Rightarrow M_j = 1, 3, 2, 1, 1, 2$ бр. (съотв. от 1-ва до 6-та операция)

Вариант 1.5: $r = 3 \Rightarrow M_j = 2, 1, 1, 3, 1, 2$ бр. (съотв. от 1-ва до 6-та операция)

Вариант 2.4: $r = 4 \Rightarrow M_j = 2, 2, 1, 1, 1, 3$ бр. (съотв. от 1-ва до 6-та операция)

Вариант 1.4: $r = 5 \Rightarrow M_j = 1, 1, 2, 3, 1, 1$ бр. (съотв. от 1-ва до 6-та операция)

$$r = F_{ег} / Q_r \quad t_{оп_j} / k_j = r \quad M_j = t_{оп_j} / r \text{ [бр.]}$$



□ Данни за изчисляване на Zгар за варианти с ЕПЛ и МПЛ

Вариант 1.4:

№ операция	$t_{опj}$ [мин/бр]	T_{aj} [мин.]	T_{bj} [мин.]	φ_j	d_j [бр.]
1	2	10	5	0,2	2
5	2	15	5	0,2	2

Вариант 1.5:

№ операция	$t_{опj}$ [мин/бр]	T_{aj} [мин.]	T_{bj} [мин.]	φ_j	d_j [бр.]
2	3	20	10	0,3	3
2	3	25	12	0,3	4



□ Данни за изчисляване на Zгар за варианти с ЕПЛ и МПЛ

Вариант 2.4:

№ операция	$t_{опj}$ [мин/бр]	T_{aj} [мин.]	T_{bj} [мин.]	φ_j	d_j [бр.]
3	4	15	5	0,2	2
5	4	10	3	0,2	1

Вариант 2.5:

№ операция	$t_{опj}$ [мин/бр]	T_{aj} [мин.]	T_{bj} [мин.]	φ_j	d_j [бр.]
2	5	30	15	0,3	4
5	5	25	10	0,3	3