

# ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПОТОЧНОЙ ЛИНИИ

*Преподаватель:  
Сушко Анастасия Викторовна*

---

# Расчет показателей ОНПЛ

Расчет программы запуска ( $N_3$ ) производится по формуле:

$$N_3 = \frac{N_B \cdot 100}{100 - a}$$

где  $N_B$  — программа выпуска готовых изделий, шт.;  
 $a$  — процент технологических потерь, или процент брака.

Расчет эффективного фонда времени работы оборудования ОНПЛ производится по формуле

$$F_{\text{э}} = F_{\text{н}} \cdot K_{\text{см}} \cdot \left( 1 - \frac{a_p + a_n}{100} \right)$$

где  $F_{\text{н}}$  — номинальный фонд времени работы оборудования за рассчитываемый период, мин;

$K_{\text{см}}$  — число рабочих смен в сутки;

$a_p$  — процент потерь рабочего времени на плановые ремонты оборудования;

$a_n$  — процент потерь рабочего времени на регламентированные перерывы для отдыха рабочих-операторов.

# Расчет показателей ОНПЛ

Номинальный фонд времени работы оборудования определяется по формуле:

$$F_H = t_{см} \cdot D_p - t_n \cdot D_n$$

где  $t_{см}$  — длительность рабочей смены, мин;

$D_p$  — количество рабочих дней в плановом периоде;

$t_n$  — продолжительность нерабочего времени в предпраздничные дни, мин;

$D_n$  — количество предпраздничных дней в плановом периоде.

Такт ОНПЛ ( $r_{н.л.}$ ) определяется по формуле и измеряется в мин/шт:

$$r_{н.л.} = \frac{F_{\text{Э}}}{N_B}$$

# Расчет показателей ОНПЛ

Ритм ОНПЛ ( $R_{н.л.}$ ) определяется по формуле и измеряется в мин/партию:

$$R_{н.л.} = r_{н.л.} \cdot p$$

где  $p$  — число деталей (изделий) в транспортной партии, шт.

Синхронизация технологического процесса записывается следующим образом:

$$\frac{t_1}{C_1} = \frac{t_2}{C_2} = \frac{t_3}{C_3} = \frac{t_i}{C_i} = r_{н.л.}$$

где  $t_1, t_2, t_3, t_i$  — нормы штучного времени по операциям технологического процесса, мин;

$C_1, C_2, C_3, C_i$  — число рабочих мест по операциям.

# Расчет показателей ОНПЛ

При синхронизации производственного процесса необходимо учитывать следующее:

а) если поточная линия оснащена рабочим конвейером непрерывного действия (предметы труда с конвейера не снимаются и операции выполняются во время его движения), то

$$t_i = t_{обр} + t_{воз}$$

где  $t_{обр}$  — время непосредственной обработки (сборки) предмета труда на  $i$ -й операции, мин;

$t_{воз}$  — время возврата рабочего на прежнее (исходное) место, мин;

# Расчет показателей ОНПЛ

б) если ОНПЛ оснащена рабочим конвейером прерывного (пульсирующего) действия (предмет труда с конвейера не снимается и операции выполняются во время паузы — остановки конвейера), то

$$t_i = t_{обр} + t_{mp}$$

где  $t_{mp}$  — время перемещения предмета труда с одной операции на другую, мин;

в) если ОНПЛ оснащена нерабочим (распределительным) конвейером непрерывного действия (предмет труда снимается с конвейера и операции выполняются вне конвейера), то

$$t_i = t_{обр} + t_{c.y}$$

где  $t_{c.y}$  — время на снятие предмета труда с конвейера и установку его на конвейер при выполнении ***i-й*** операции, мин;

---

# Расчет показателей ОНПЛ

б) если ОНПЛ оснащена рабочим конвейером прерывного (пульсирующего) действия (предмет труда с конвейера не снимается и операции выполняются во время паузы — остановки конвейера), то

$$t_i = t_{обр} + t_{тр}$$

где  $t_{тр}$  — время перемещения предмета труда с одной операции на другую, мин;

в) если ОНПЛ оснащена нерабочим (распределительным) конвейером непрерывного действия (предмет труда снимается с конвейера и операции выполняются вне конвейера), то

$$t_i = t_{обр} + t_{с.у}$$

где  $t_{с.у}$  — время на снятие предмета труда с конвейера и установку его на конвейер при выполнении ***i-й*** операции, мин;

---

г) если ОНПЛ оснащена нерабочим конвейером пульсирующего действия (предмет труда снимается с конвейера и операции выполняются во время паузы-остановки вне конвейера), то

$$t_i = t_{обр} + t_{с.у} + t_{тп}$$



# Расчет количества рабочих мест на ОНПЛ ведется по следующим формулам:

а) если процесс синхронизирован, а операции равны между собой и равны такту потока, то на каждой операции будет одно рабочее место, а на всей поточной линии их количество будет равно числу операций технологического процесса:

$$C_{л} = m$$

где  $C_{л}$  — количество рабочих мест на линии;  
 $m$  — число операций в технологическом процессе;

б) если операции не равны между собой во времени, но кратны такту, то количество рабочих мест (расчетное) на каждой  $i$ -й операции определяется по формуле:

$$C_{pi} = \frac{t_i}{r_{н.л.}}$$

# Расчет количества рабочих мест на ОНПЛ ведется по следующим формулам:

Принятое число рабочих мест на каждой  $i$ -й операции ( $C_{npi}$ ) определяется путем округления расчетного количества. Перегрузка или недогрузка рабочих мест на ОНПЛ допускается в пределах 5-6 %.

Коэффициент загрузки рабочих мест на каждой  $i$ -й операции определяется по формуле:

$$K_{zi} = \frac{C_{pi}}{C_{npi}}$$

Количество рабочих мест на всей поточной линии определяется по формуле:

$$C_l = \sum_{i=1}^m C_{npi}$$

# Скорость движения конвейера можно определить по следующим формулам:

а) для непрерывно действующего рабочего и нерабочего конвейеров:

$$V = \frac{l_0}{r_{н.л.}}$$

где  $l_0$  — шаг конвейера, т.е. расстояние между осями смежных предметов труда, равномерно расположенных на конвейере, м;

б) для прерывно действующего (пульсирующего) рабочего и нерабочего конвейера

$$V = \frac{l_0}{t_{TP}}$$

Длина рабочей зоны ***i*-й** операции (м) определяется по формуле:

$$l_{p.i} = l_0 \cdot \frac{t_i}{r_{н.л.}}$$

---

# Расчет количества рабочих мест на ОНПЛ ведется по следующим формулам:

Длина рабочей части конвейера ( $L_p$ ) определяется по следующим формулам:

а) при одностороннем расположении рабочих мест на поточной линии:

$$L_p = l_0 \cdot \sum_{i=1}^m C_{npi} = l_0 \cdot C_l$$

б) при двустороннем расположении рабочих мест на линии:

$$L_p = \frac{l_0 \cdot \sum_{i=1}^m C_{npi}}{2}$$

# Длина замкнутой ленты конвейера (полная) определяется по формуле:

$$L_n = 2 \cdot L_p + 2 \cdot \pi R$$

где  $R$  — радиус приводного и натяжного барабанов, м.

Для распределительного (нерабочего) конвейера должно обязательно соблюдаться условие:

$$L_n = 2 \cdot L_p + 2 \cdot \pi R \leq l_0 \cdot \Pi \cdot K$$

где  $\Pi$  — период (комплект номеров) распределительного конвейера;  
 $K$  — количество повторений периода на полной длине конвейера (обязательное число).

Период распределительного конвейера определяется исходя из выражения

$$\Pi = \text{НОК}\{C_1, C_2, C_3, \dots, C_i\}$$

где  $C_1, C_2, C_3, \dots, C_i$  — принятое количество рабочих мест на каждой  $i$ -й операции.

# Длина замкнутой ленты конвейера (полная) определяется по формуле:

Часовая производительность ОНПЛ определяется через величину, обратную такту потока, — темп (шт./ч):

$$\tau = \frac{1}{r_{н.л}} \cdot 60$$

Часовая производительность ОНПЛ в единицах массы (кг/ч) определяется по формуле:

$$q_r = \tau \cdot Q$$

где  $Q$  — средний вес единицы изделия, обрабатываемого (собираемого) на поточной линии, кг.

Установленная мощность (кВт) приводного двигателя конвейера определяется по формуле:

$$P_{уст} = 0,736 \cdot W$$

где  $W$  — мощность, потребляемая конвейером (л.с), определяется по формуле:

$$W = 1,2 \cdot \left( \frac{0,16 \cdot L_n \cdot V \cdot Q_k}{36} + \frac{0,16 \cdot L_n \cdot q_r}{270} \right)$$

где  $Q_k$  — вес ленты (цепи) конвейера, кг.

# Величина заделов на поточной линии определяется по следующим формулам:

а) технологический задел:

$$z_{mex} = p \sum_{i=1}^m C_{npi}$$

где  $p$  — размер транспортной партии, шт.;

б) транспортный задел:

$$z_{mp} = p \cdot (C_l - 1)$$

в) страховой задел:

$$z_{cnp} = \frac{\sum_{i=1}^m t_{nepi}}{r_{н.л.}}$$

где  $t_{nepi}$  - средняя продолжительность перерыва в работе одного рабочего места на  $i$ -й операции (отсутствие предмета труда, ремонт оборудования и др.), мин.

**Общая величина заделов на ОНПЛ определяется по формуле**

$$z_{об} = z_{mex} + z_{mp} + z_{cnp}$$

---

# Величина незавершенного производства определяется по формулам:

а) в нормо-часах:

$$H = Z_{об} \cdot \left( \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{2} + t_{np} \right)$$

где  $t_{np}$  — суммарные затраты времени в предыдущих цехах;

б) в денежном выражении

$$H = Z_{об} \cdot \left( Z_{np} + \frac{C_{ц}}{2} \right)$$

где  $Z_{np}$  — затраты на единицу продукции в предыдущих цехах, руб.;

$C_{ц}$  — цеховая себестоимость изделия, руб.



# Расчет длительности производственного цикла ( $t_{ц}$ ) производится по формулам:

а) если предмет труда не перемещается ни перед, ни после последней операции:

$$t_{ц} = (2 \cdot C_{л} - 1) \cdot r_{н.л}$$

б) если имеет место движение предмета труда перед первой или после последней операции:

$$t_{ц} = 2 \cdot C_{л} \cdot r_{н.л}$$

Величина незавершенного производства определяется так же, как и для ОНПЛ.

Длительность технологического цикла определяется по формуле:

$$t_{ц} = (2 \cdot C_{л} + 1) \cdot r_{н.л}$$

**Наряду с высокоэффективностью поточному производству присущи недостатки:**

- ✓ Недостаточная параметровка в производственном процессе;
- ✓ Нестабильность в технологическом процессе;
- ✓ Нет возможности к постоянному воспроизводству на прежнем оборудовании;
- ✓ Частота обновления продукции и технологии ее изготовления, что не дает возможности постоянно обновлять оборудование;
- ✓ Узкая специализация рабочих мест;
- ✓ Жесткая регламентация трудовой деятельности;
- ✓ Недочет индивидуальной производительности труда;

# Задача

На основе электрической схемы ячейки 2У-3 ЭЦВМ (рис. 3.1 и заводских нормативов времени на выполнение технологически неделимых элементов операций (табл. 3.1) спроектировать производственный процесс сборки ячейки 2У-3 с продолжительностью выполнения операций, кратной такту, для организации однопредметной непрерывно-поточной линии с использованием распределительного конвейера.

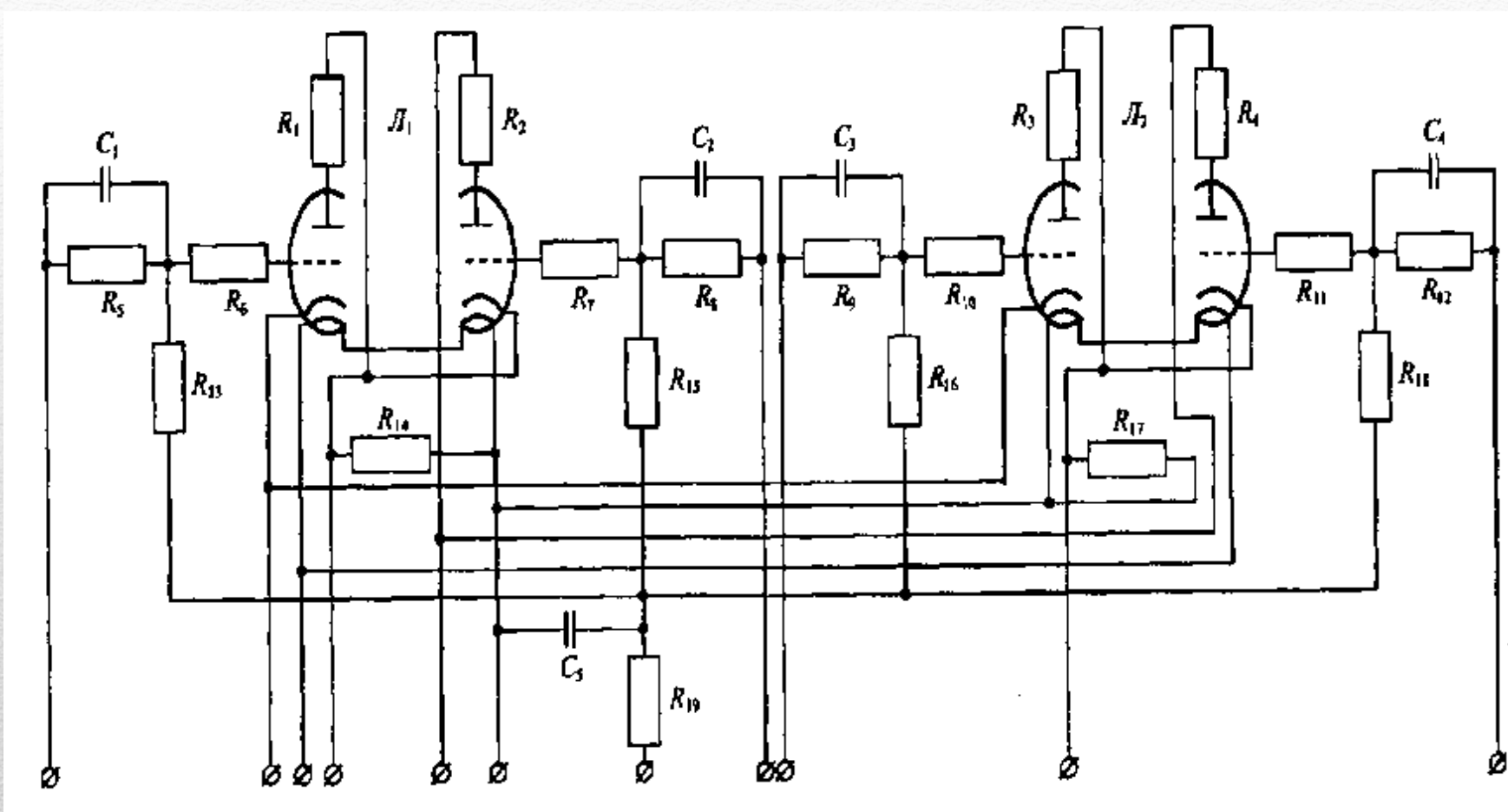
**Таблица 1 Нормативы времени на выполнение неделимых элементов операций**

Номер операции	Содержание элементов операций	Штучная норма времени ( $t_{um}$ ), мин
1	Установить сопротивление	0,20
2	Установить конденсатор	0,26
3	Установить ламповую панель	0,56
4	Взять и отложить плату	0,07

Рассчитать календарно-плановые нормативы однопредметной непрерывно-поточной линии, составить систему адресования ячеек конвейера по рабочим местам.

Производственная программа линии ( $N_{CM}$ ) равна 1400 шт в смену. Режим работы односменный. Продолжительности смены 8 ч. Регламентированные перерывы на отдых 30 мин в смену. Шаг конвейера 0,6 м. Диаметр приводного и натяжного барабанов 0,4 м. Изделия с операции на операцию передаются поштучно.

# Рис.1. Электрическая схема ячейки 2У-3 ЭЦВМ



# Решение :

1. Расчет эффективного фонда времени работы ОНПЛ ведется по формуле:

$$F_{\text{э}} = F_{\text{н}} - T_{\text{пер}} = 8 \cdot 60 - 30 = 450 \text{ мин}$$

где  $F_{\text{н}}$  — номинальный фонд времени (продолжительность смены), мин;  
 $T_{\text{пер}}$  — продолжительность регламентированных перерывов, мин.

2. Такт ОНПЛ определяется по формуле :

$$r_{\text{н.л.}} = \frac{450}{1400} = 0,32 \text{ мин / шт}$$

Расчет количества рабочих мест

$$C_{\text{pi}} = \frac{t_i}{r_{\text{н.л.}}}$$

Подставляем в формулу соответствующие данные по первой операции и получаем:

$$C_{\text{pi}} = \frac{0,63}{0,32} = 1,97 \text{ (} C_{\text{np}} \text{ принимается равным 2).}$$

Аналогично производится расчет по всем операциям, а результаты заносятся в колонки 5 и 6 табл. 2.

# Таблица 2 - Проектирование производственного процесса и расчет количества рабочих мест.

№ операции	Содержание операции	Норма времени на элемент операции, мин	Норма времени на операцию, мин	Количество рабочих мест		Коэффициент загрузки рабочих мест ( $K_3$ )
				Расчетное ( $C_p$ )	Принятое ( $C_{np}$ )	
1	2	3	4	5	6	7
1	Взять и отложить плату Установить ламповую панель Л <sub>1</sub>	0,07 0,56	0,63	1,97	2	0,98
2	Взять и отложить плату установить ламповую панель Л <sub>2</sub>	0,07 0,56	0,63	1,97	2	0,98
3	Взять и отложить плату Установить сопротивления: R <sub>1</sub> R <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	0,07 0,20 0,20 0,20	0,67	2,09	2	1,04
4	Взять и отложить плату Установить сопротивления: R <sub>4</sub> R <sub>5</sub> R <sub>6</sub>	0,07 0,20 0,20 0,20	0,67	2,09	2	1,04
5	Взять и отложить плату Установить сопротивления: R <sub>7</sub> R <sub>8</sub> R <sub>9</sub>	0,07 0,20 0,20 0,20	0,67	2,09	2	1,04

# Продолжение таблицы 2

№опе- рации	Содержание операции	Норма времени на элемент операции, мин	Норма времени на операцию, мин	Количество рабочих мест		Коэффициент за- грузки рабочих мест ( $K_z$ )
				Расчетное ( $C_p$ )	Принятое ( $C_{np}$ )	
1	2	3	4	5	6	7
6	Взять и отложить плату Установить сопротивления: $R_{10}$ $R_{11}$ $R_{12}$	0,07 0,20 0,20 0,20	0,67	2,09	2	1,04
7	Взять и отложить плату Установить сопротивления: $R_{13}$ $R_{14}$ $R_{15}$	0,07 0,20 0,20 0,20	0,67	2,09	2	1,04
8	Взять и отложить плату Установить сопротивления: $R_{16}$ $R_{17}$ $R_{18}$	0,07 0,20 0,20 0,20	0,67	2,09	2	1,04
9	Взять и отложить плату Установить конденсаторы: $C_1$ $C_2$ $C_3$ $C_4$ $C_5$ Установить сопротивление $R_{19}$	0,07 0,26 0,26 0,26 0,26 0,26 0,20	1,57	4,91	5	0,98
	Итого	6,85	6,85	21,39	21	1,02

# Решение :

5. Расчет коэффициента загрузки рабочих мест на каждой  $i$ -й операции ведется по формуле.

$$K_{zi} = \frac{C_{pi}}{C_{npi}}$$

Подставляем в эту формулу соответствующие данные по первой операции и получаем:

$$K_{zi} = \frac{1,97}{2} = 0,98$$

Аналогично производятся расчеты по всем операциям, а полученные результаты заносятся в колонку 7 табл. 2.

6. Расчет скорости движения конвейера производится по формуле.

$$V = \frac{l_o}{r_{н.л.}}$$

Подставляем в эту формулу соответствующие данные и получаем:

$$V = \frac{0,6}{0,32} = 1,88 \text{ м / мин}$$



# Решение :

9. Расчет длины ленты распределительного конвейера. Вначале по формуле рассчитывается рабочая длина ленты конвейера:

$$L_p = l_0 \cdot \sum_{i=1}^m C_{npi} = l_0 \cdot C_n \quad L_p = 21 \cdot 0,6 = 12,6 \text{ м}$$

Затем по формуле рассчитывается полная длина ленты:

$$L_n = 2 \cdot 12,6 + 3,14 \cdot 0,4 = 26,456 \text{ м}$$

10. Так как у нас распределительный конвейер, в ленте должно укладываться целое число периодов. Поэтому определяем число повторений периода

$$K = \frac{L_n}{\Pi \cdot l_0} = \frac{26,456}{10 \cdot 0,6} = 4,4$$

(принимаем  $K=5$ ),

Тогда  $K \cdot \Pi \cdot l_0 = 5 \cdot 10 \cdot 0,6 = 30 \text{ м}$

Это удовлетворяет условию:  $26,456 < 30$ .

11. Следовательно, полная длина ленты распределительного конвейера принимается равной 30 м.

12. Исходя из полной длины ленты конвейера корректируется; шаг конвейера. После расчетов он составляет 0,684 м.

# Решение :

**13. Продолжительность производственного цикла — отрезок времени от поступления предмета труда на первую операцию поточной линии до выхода его с последней операции. Она определяется по формуле :**

$$t_{ц} = (2 \cdot C_{л} - 1) \cdot r_{н.л} \qquad t_{ц} = (2 \cdot 21 - 1) \cdot 0,32 = 13,12 \text{ мин}$$

**Расчет заделов.** На ОНПЛ создаются внутрилинейные заделы трех видов: технологические, транспортные и резервные.

Расчет величины технологического задела при поштучной передаче обрабатываемых изделий ведется по формуле:

$$z_{тех} = p \sum_{i=1}^m C_{прі} \qquad Z_{тех} = 1 \cdot 21 = 21 \text{ шт}$$

**Расчет величины транспортного задела** ведется по формуле :

$$z_{тр} = p \cdot (C_{л} - 1) \qquad Z_{тр} = 21 - 1 = 20 \text{ шт}$$

Учитывая, что рабочие места имеют высокий коэффициент загрузки, средняя величина которого больше единицы, размер страхового задела принимаем 4 % от сменного задания:

$$Z_{стр} = 1400 \cdot 0,04 = 56 \text{ шт}$$

**Общая величина внутрилинейного задела** определяется по формуле :

$$z_{об} = z_{тех} + z_{тр} + z_{стр} \qquad Z_{об} = 21 + 20 + 56 = 97 \text{ шт}$$

# Решение :

14. Расчет величины незавершенного производства ведется по формуле:

$$H = Z_{об} \cdot \left( \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{2} + t_{np} \right)$$

$$H = 97 \cdot \frac{6,85}{2 \cdot 60} = 5,5 \text{ н} - \text{час}$$

15. Расчет часовой производительности ОНПЛ ведется по формуле :

$$\tau = \frac{1}{r_{н.л}} \cdot 60$$

$$\tau = \frac{1}{0,32} \cdot 60 = 187 \text{ шт} / \text{ч}$$

**Благодарю за внимание**

---