

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ
ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ РАСЧЕТА
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОДУКЦИИ**

**Михайленко В.Г., к.ф.-м.н., профессор, Дидиченко Н.П., к.т.н., доцент,
Дубровин А.А. к.ф.-м.н., доцент**

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина,

Пигнастый О.М., к.т.н.

НПФ Технология, г.Харьков.

С использованием целевой функции производственно-технической системы записано выражение для расчета длительности производственного цикла партии базовых продуктов. Получены условия синхронизации технологического процесса для непрерывного производственного процесса с членение периода производственного цикла на фазы. Определена в аналитическом виде формула расчета длительности производственного цикла для нестационарного случая состояния межоперационных заделов вдоль технологической цепочки.

Постановка задачи. Современное предприятие является сложной производственно-технической системой. Одним из основных календарно-плановых нормативов производственно-технической системы является продолжительность производственного цикла изготовления предмета труда (базового продукта) T_d [1]. Нормативную продолжительность производственного цикла изготовления базового продукта можно рассчитать либо на основе статистических данных, либо на основе сетевых моделей. Указанные методы имеют свои достоинства и недостатки. Так, например, одним из недостатков статистических методов является то, что они не учитывают особенностей производственных участков и характера обрабатываемых продуктов. В свою очередь сетевые методы невозможно практически реализовать для технологических процессов, состоящих из большого числа технологических операций. Эти недостатки можно устранить, используя метод имитационного моделирования. Однако наличие в производственном процессе большого количества базовых продуктов делает затруднительным применение этого метода. Для подобных производственно-технических систем альтернативным методом расчета является метод, основанный на статистической теории систем с большим количеством элементов [2].

Изложение основного материала. В данной работе рассматривается один из возможных методов реализаций такого метода для расчета производственного цикла T_d .

Функционирование производственно-технической системы может быть представлено в виде стохастического процесса, в ходе которого элементы производственно-технической системы (базовые продукты или предметы труда) переходят из одного состояния в другое [3;4]. Состояние производственно-технической системы определяется как состояние всех базовых продуктов. Состояние j -го базового продукта в момент времени t может быть описано микроскопическими величинами S_j , μ_j в технологическом фазовом пространстве (S, μ) [2], где S_j (грн) и $\mu_j = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S_j}{\Delta t}$ (грн/час) соответственно сумма общих затрат и затрат в единицу времени, перенесенные производственной системой на j -й базовый продукт ($0 < j \leq N$). Микроскопические величины S_j и μ_j определяют технологические траектории базовых продуктов $S_j = S_j(t)$ и $\mu_j = \mu_j(t)$ в окрестности центральной технологической траектории (S_ψ, μ_ψ) [5], которая является решением уравнения

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial J}{\partial \mu_\psi} - \frac{\partial J}{\partial S_\psi} = 0, \quad (1)$$

где J - целевая функция производственно-технической системы [5].

Центральная технологическая траектория представляет собой траекторию движения базового продукта со значениями микроскопических величин $S_\psi = S_\psi(t)$ и $\mu_\psi = \mu_\psi(t)$, равными нормативным технологическим параметрам процесса изготовления базового продукта. Для упрощения будем полагать, что j -й базовый продукт обрабатывается на каждой технологической операции с незначительными отклонениями от нормативных параметров обработки, заданных технологией производства, а именно:

$$\left| \frac{S_j(t)}{S_\psi(t)} - 1 \right| \ll 1, \quad \left| \frac{\mu_j(t)}{\mu_\psi(t)} - 1 \right| \ll 1. \quad (2)$$

Тогда целевая функция производственно-технической системы J примет вид [5]:

$$J = J_{\psi 0}(S_\psi, \mu_\psi) = \frac{1}{2} \cdot \left(\mu_\psi - \alpha_{\psi r}(S_\psi) \cdot \frac{\mathcal{G}_{1\psi}(S_\psi)}{\mathcal{G}_0(S_\psi)} - \alpha_{\psi c}(S_\psi) \cdot k_{\psi c}(S_\psi) \right)^2, \quad (3)$$

где $\mathcal{G}_{1\psi}(S_\psi)$ (шт/час) - производительность технологического оборудования; $\mathcal{G}_0(S_\psi)$ (шт/грн) - плотность межоперационных заделов; $k_{\psi c}(S_\psi)$ (грн/час) - средняя интенсивность переноса условно-постоянных затрат от оборудования на базовые продукты; $\alpha_{\psi r}(S_\psi)$, $\alpha_{\psi c}(S_\psi)$ коэффициенты пропорциональности между интенсивностью передачи затрат производственным оборудованием на элементы производственной системы и интенсивностью потребления затрат базовыми продуктами в ходе их технологической обработки. Будем полагать,

что все ресурсы от технологического оборудования переносятся на базовые продукты полностью (следовательно, отсутствует нарушение технологии и не допускается брак).

Будем полагать также, что условно-постоянные затраты, необходимые для функционирования производственно-технической системы и поддержания ее в работоспособном состоянии, много меньше условно-переменных затрат

$$\frac{\alpha_{\psi C}(S_{\psi}) \cdot k_{\psi C}(S_{\psi})}{\alpha_{\psi A}(S_{\psi}) \cdot \frac{g_{1\psi}}{g_0}} \ll 0. \quad (4)$$

С учетом допущений (4) целевая функция J производственно-технической системы может быть представлена в форме [8]:

$$J = \frac{1}{2} \cdot \left(\mu_{\psi} - \alpha_{\psi A}(S_{\psi}) \cdot \frac{g_{1\psi}(S_{\psi})}{g_0(S_{\psi})} \right)^2. \quad (5)$$

Так как время изменения технологического процесса существенно превышает время изготовления базового продукта (т.е. считаем, что на протяжении производственного цикла технологический процесс мало меняется), то будем полагать, что целевая функция J производственно-технической системы не зависит явно от времени t и, следовательно [2]:

$$\mu_{\psi} \cdot \frac{\partial J(S_{\psi}, \mu_{\psi})}{\partial \mu_{\psi}} - J(S_{\psi}, \mu_{\psi}) = \frac{1}{2} \cdot \mu_{\psi}^2 - \frac{1}{2} \cdot \left(\alpha_{\psi A}(S_{\psi}) \cdot \frac{g_{1\psi}(S_{\psi})}{g_0(S_{\psi})} \right)^2 = H, \quad H = const, \quad (6)$$

откуда

$$\mu_{\psi} = \frac{dS_{\psi}}{dt} = \sqrt{2 \cdot \left(H + \frac{1}{2} \cdot \left(\alpha_{\psi A}(S_{\psi}) \cdot \frac{g_{1\psi}(S_{\psi})}{g_0(S_{\psi})} \right)^2 \right)}, \quad (7)$$

и

$$dt = \frac{dS_{\psi}}{\sqrt{2 \cdot \left(H + \frac{1}{2} \cdot \left(\alpha_{\psi A}(S_{\psi}) \cdot \frac{g_{1\psi}(S_{\psi})}{g_0(S_{\psi})} \right)^2 \right)}}. \quad (8)$$

Константа интегрирования определяется начальными условиями технологического процесса обработки базовых продуктов

$$\mu_{\psi} \Big|_{t=0} = \alpha_{\psi A}(S_{\psi}) \cdot \frac{g_{1\psi}(S_{\psi})}{g_0(S_{\psi})} \Big|_{t=0}, \quad S_{\psi} \Big|_{t=0} = 0. \quad (9)$$

Считаем, что при изготовлении базового продукта учитываются только прямые затраты на всех операциях технологической цепочки изготовления базового продукта. Таким образом, можно положить в уравнении (6) $H=0$. Проинтегрировав вдоль всей технологической цепочки производственного процесса изготовления базового продукта, найдем длительность производственного цикла T_d :

$$T_d = \int_0^{T_d} dt = \int_0^{S_d} \frac{\mathcal{G}_0(S_\psi) \cdot dS_\psi}{\alpha_{\psi'}(S_\psi) \cdot \mathcal{G}_{1\psi}(S_\psi)}. \quad (10)$$

С учетом специфики технологического процесса (в точках перехода от одной технологической операции S_ψ меняется непрерывно, μ_ψ терпит разрыв) интеграл (10) представим в виде суммы интегралов

$$T_d \approx \sum_{m=1}^M \int_{S_{\psi m}}^{S_{\psi m+1}} \frac{\mathcal{G}_0(S_\psi) \cdot dS_\psi}{\alpha_{\psi'}(S_\psi) \cdot \mathcal{G}_{1\psi}(S_\psi)}. \quad (11)$$

Каждый из интегралов, стоящих под знаком суммы (согласно теореме о среднем), заменим величиной

$$T_d \approx \sum_{m=1}^M \frac{\mathcal{G}_0(\bar{S}_\psi) \cdot \Delta S_{\psi m}}{\alpha_{\psi'}(\bar{S}_{\psi m}) \cdot \mathcal{G}_{1\psi}(\bar{S}_{\psi m})}. \quad (12)$$

Принимая во внимание, что $\bar{S}_\psi \approx S_\psi$ и, используя выражение для плотности межоперационных заделов

$$\mathcal{G}_0(S_{\psi m}) \approx \frac{N_{\psi m}}{\Delta S_{\psi m}}, \quad (13)$$

получаем

$$T_d \approx \sum_{m=1}^M \frac{\Delta S_{\psi m}}{\alpha_{\psi'}(S_{\psi m})} \cdot \left(\frac{\mathcal{G}_0(S_{\psi m})}{\mathcal{G}_{1\psi}(S_{\psi m})} \right) \approx \sum_{m=1}^M \frac{1}{\alpha_{\psi'}(S_{\psi m})} \cdot \frac{N_{\psi m}}{\mathcal{G}_{1\psi}(S_{\psi m})}. \quad (14)$$

Через $N_{\psi m}$ обозначена величина межоперационных заделов между $(m-1)$ и m -ой технологической операцией. Известно [1], что для технологической операции производительность технологического оборудования $\mathcal{G}_{1\psi}(S_{\psi m})$ пропорциональна числу рабочих мест c_m , параллельно занятых на выполнении одной технологической операции, и обратно пропорциональна среднему операционному времени $\Delta\tau_{\psi O m}$, т.е.:

$$\mathcal{G}_{1\psi}(S_{\psi m}) \approx \frac{c_m}{\Delta\tau_{\psi O m}} \quad (15)$$

Для центральной технологической траектории в случае серийного или массового производства справедливо соотношение

$$\left(\frac{\Delta\tau_{\psi O m}}{c_m} + \Delta\tau_{\psi C m} \right) \approx N_{\psi m} \cdot \frac{\Delta\tau_{\psi O m}}{c_m}, \quad (16)$$

где $\Delta\tau_{\psi C m}$ - время пребывания базового продукта в межоперационном заделе между $(m-1)$ и m -ой технологическими операциями.

Подставляя (15) и (16) в равенство (14), получаем формулу для расчета длительности производственного цикла T_d технологического процесса:

$$T_d \approx \sum_{m=1}^M \frac{\frac{\Delta\tau_{\psi O m}}{c_m} + \Delta\tau_{\psi C m}}{\alpha_{\psi V}(S_{\psi m})} \approx \sum_{m=1}^{N_m} \left(\frac{\Delta\tau_{\psi O m}}{c_m} + \Delta\tau_{\psi C m} \right) \cdot K_{нар m}, \quad (17)$$

где $Ks_m \left[\frac{1}{сутки} \right]$ - число смен в сутках, $q_m [сутки]$ - длительность рабочей смены, выраженной в единицах измерения – сутки, $K_{нар m}$ - коэффициент параллельности выполнения $(m-1)$ и m -ой технологической операции [1; 9]. Коэффициент пропорциональности $\alpha_{\psi V}(S_{\psi m})$ в выражении для целевой функции производственно-технической системы (3) несет следующий технологический смысл:

$$\alpha_{\psi V m} = \frac{Ks_m \cdot q_m}{K_{нар m}} \quad (18)$$

Таким образом, путем интегрирования уравнений движения производственно-технической системы с учетом допущений (2) и (4) получено выражение для производственного цикла T_d технологического процесса, которое совпадает с общепринятым выражением для расчета календарно-плановых нормативов производственно-технических систем [1;7] при пренебрежении временем естественных процессов $\Delta\tau_{\psi ест m}$.

Для технологического процесса с серийным или массовым выпуском продукции количество базовых продуктов, находящихся в межоперационном заделе, много больше единицы $N_{\psi m} \gg 1$. Принимая во внимание, что

$$\frac{\Delta\tau_{\psi O m}}{c_m} \ll \Delta\tau_{\psi C m}, \quad (19)$$

получим
$$\Delta\tau_{\psi C m} \approx N_{\psi m} \cdot \frac{\Delta\tau_{\psi O m}}{c_m} \quad (20)$$

и как следствие

$$T_d \approx \sum_{m=1}^{N_m} \frac{\Delta\tau_{\psi C m}}{s_m \cdot q_m} \cdot K_{нар m} \approx \sum_{m=1}^{N_m} \frac{\Delta\tau_{\psi O m}}{s_m \cdot q_m} \cdot \frac{N_{\psi m}}{c_m} K_{нар m}. \quad (21)$$

Таким образом, длительность производственного цикла технологического процесса T_d (20) определяется межоперационным временем $\Delta\tau_{\psi C m}$ (19) пребывания базового продукта на m -ой технологической операции. Заметим, что межоперационное время для технологического процесса с серийным или массовым выпуском продукции (19) является наиболее сложным элементом в расчете длительности производственного цикла T_d , устанавливается без должного обоснования [1, с.170]. Последнее обстоятельство связано с тем, что количество базовых продуктов $N_{\psi m}$, находящихся в межоперационном заделе на m -ой технологической операции, постоянно меняется [8]. Особенно это характерно для серийного производства. Изменение количества базовых продуктов, находящихся в межоперационном заделе, может быть представлено через производительность работы технологического оборудования (15):

$$\frac{\Delta N_{\psi m}(t)}{\Delta t} = \mathcal{G}_{1\psi(m-1)} \cdot \Theta_{(m-1)}(t, t_{1(m-1)}, t_{2(m-1)}) - \mathcal{G}_{1\psi m} \cdot \Theta_m(t, t_{1m}, t_{2m}),$$

$$\text{где } \mathcal{G}_{1\psi m} = \mathcal{G}_{1\psi}(S_{\psi m}), \quad \frac{d\mathcal{G}_{1\psi m}}{dt} \approx 0, \quad m = 1, N_m, \quad (0 \leq t_{1m} < t_{2m} \leq T_d) \quad (22)$$

с начальными условиями для количества базовых продуктов, находящихся в межоперационном заделе m -ой технологической операции, при

$$N_{\psi m}(0) = N_{\psi m0}. \quad (23)$$

Мы полагаем, что за время производственного цикла изготовления продукта производительность работы технологического оборудования не изменяется во времени и соответствует паспортным данным работы оборудования. Функция $\Theta_m(t, t_{1m}, t_{2m})$ определяет членение периода производственного цикла T_d на фазы [1, с.206] с временем начала t_{1m} и окончания t_{2m} технологической обработки базового продукта на m -ой технологической операции:

$$\Theta_m(t, t_{1m}, t_{2m}) = 1 \quad \text{при} \quad t_{1m} \leq t \leq t_{2m} \quad (24)$$

$$\Theta_m(t, t_{1m}, t_{2m}) = 0 \quad \text{при} \quad 0 \leq t < t_{1m} \quad \text{или} \quad t_{2m} < t \leq T_d.$$

Графическая интерпретация членения производственного цикла на фазы приведена на рис.1.

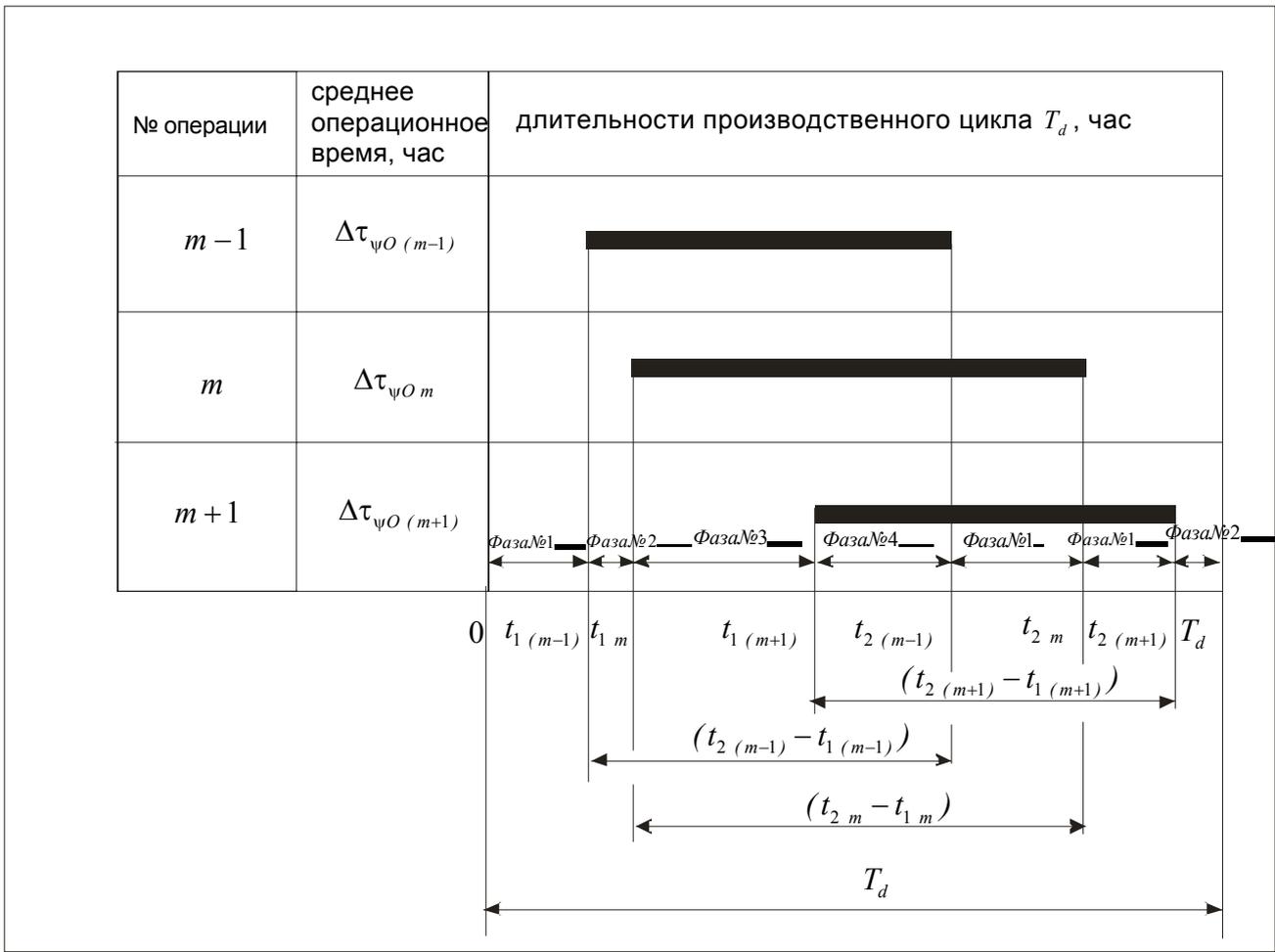


Рис.1. Разделение производственного цикла на фазы при расчете межоперационных заделов базовых продуктов

Добавив систему уравнений (21) с начальными условиями (23) к выражению для определения длительности производственного цикла T_d (21), получаем полную систему уравнений расчета длительности производственного цикла T_d :

$$T_d \approx \sum_{m=1}^M \frac{N_{\psi m}}{\alpha_{\psi m} \cdot \mathcal{G}_{1\psi m}}, \quad m = 1, N_m, \quad N_{\psi m}(0) = N_{\psi m0}, \quad (25)$$

$$\frac{dN_{\psi m}(t)}{dt} = \mathcal{G}_{1\psi(m-1)} \cdot \Theta_{(m-1)}(t, t_{1(m-1)}, t_{2(m-1)}) - \mathcal{G}_{1\psi m} \cdot \Theta_m(t, t_{1m}, t_{2m}).$$

Система уравнений (25) дает условия стационарности производственного процесса:

$$\frac{dN_{\psi m}(t)}{dt} = \mathcal{G}_{1\psi(m-1)} \cdot \Theta_{(m-1)}(t, t_{1(m-1)}, t_{2(m-1)}) - \mathcal{G}_{1\psi m} \cdot \Theta_m(t, t_{1m}, t_{2m}) \approx 0, \quad (26)$$

которые могут быть выражены в виде равенств:

$$N_{\psi m}(t) = const$$

$$\text{или } \mathcal{G}_{l\psi(m-1)} \cdot \int_0^{T_d} \Theta_{(m-1)}(t, t_{1(m-1)}, t_{2(m-1)}) dt - \mathcal{G}_{l\psi m} \cdot \int_0^{T_d} \Theta_m(t, t_{1m}, t_{2m}) dt \approx 0. \quad (27)$$

Произведем интегрирование (27) по периоду производственного цикла T_d . Учитывая, что характеристики работы производственного оборудования $\mathcal{G}_{l\psi(m-1)}$ и $\mathcal{G}_{l\psi m}$ за период производственного цикла не меняются со временем, используем свойства функции $\Theta_m(t, t_{1m}, t_{2m})$ (24) и получим приблизительное равенство:

$$\mathcal{G}_{l\psi(m-1)} \cdot (t_{2(m-1)} - t_{1(m-1)}) = \mathcal{G}_{l\psi m} \cdot (t_{2m} - t_{1m}). \quad (28)$$

Условия стационарности производственного процесса (условия синхронизации производственного процесса) (28) можно выразить через основное операционное время. Принимая во внимание соотношение (15), условие стационарности представим в виде:

$$\frac{c_{(m-1)}}{\Delta\tau_{\psi O(m-1)}} \cdot (t_{2(m-1)} - t_{1(m-1)}) = \frac{c_m}{\Delta\tau_{\psi O m}} \cdot (t_{2m} - t_{1m}). \quad (29)$$

Полученная формула (29) носит общий характер. В частности, для технологического процесса с непрерывной работой оборудования (когда отсутствуют запланированные простои оборудования для синхронизации работы технологической линии)

$$(t_{2(m-1)} - t_{1(m-1)}) = (t_{2m} - t_{1m}) = T_d, \quad (30)$$

условие стационарности (или условие синхронизации) можно получить из формулы (28) в более привычном для управления производством виде [1, с.192, формула (XXXIV-5)]:

$$\frac{\Delta\tau_{\psi O 1}}{c_1} = \frac{\Delta\tau_{\psi O 2}}{c_2} = \frac{\Delta\tau_{\psi O 3}}{c_3} = \dots = \frac{\Delta\tau_{\psi O m}}{c_m} = \dots = \frac{\Delta\tau_{\psi O N_m}}{c_m}. \quad (31)$$

Условие стационарности (31) используется для расчета работы поточных технологических линий. Для того, чтобы работа поточной линии осуществлялась бесперебойно в заданном темпе, необходимо насыщение всех стадий производственного процесса заделами, уровень которых должен быть строго регламентирован (26). Квазистационарное значение операционных заделов должно быть постоянным ($N_{\psi m}(t) \approx const$) (27) в течение всего

производственного цикла, что позволяет без особых трудностей определить длительность производственного цикла T_d :

$$T_d \approx \sum_{m=1}^M \frac{N_{\psi m}}{\alpha_{\psi m} \cdot \mathcal{G}_{l\psi m}}, \quad m = 1, N_m. \quad (32)$$

Величина межоперационных заделов $N_{\psi m}$ определяется ограничениями, связанными с особенностями технологического процесса, размерами транспортных партий, страховыми заделами и т.д..

Условие стационарности (31) в общем случае построения технологического процесса производственных систем трудно реализуемо. В производственной практике используется методика членения периода производственного цикла T_d на фазы [1, с.206].

Выводы. С использованием целевой функции партии базовых продуктов производственно-технической системы выражение для расчета длительности производственного цикла T_d (16) получено в аналитическом виде с учетом предположений:

1) все ресурсы от технологического оборудования переносятся на базовые продукты полностью (отсутствует нецелевое или непроизводственное использование ресурсов, брак);

2) условно-постоянные затраты, необходимые для функционирования производственно-технической системы, много меньше условно-переменных затрат;

3) время естественных процессов $\Delta\tau_{\text{ест } m}$ много меньше длительности производственного цикла T_d .

Показано, что из выражения, записанного с учетом указанных выше допущений, вытекают как частные случаи общепринятые выражения для расчета календарно-плановых нормативов производственно-технических систем [1; 7].

4) с использованием методики расчета длительности производственного цикла T_d (17) для технологического процесса с серийным или массовым выпуском продукции (количество базовых продуктов, находящихся в межоперационном заделе, много больше единицы $N_{\psi m} \gg 1$) получены условия синхронизации непрерывного производственного процесса и производственного процесса с членением периода производственного цикла T_d на фазы. Условия синхронизации, полученные в настоящей работе в общем виде, обобщают общепринятое выражение [1, с.192, формула (XXXIV-5)].

Значимость результатов настоящей работы состоит в том, что они не только совпадают с известными результатами, но и определяют условия их применимости.

Литература:

1.Летенко В.А. Организация, планирование и управление машиностроительным предприятием. Часть 2, Внутривзаводское планирование. - / В.А. Летенко, Б.Н.Родионов. – М.: Высшая школа, 1979. – 232 с.

2. Особенности моделирования технологических процессов производственных систем / [В.Г. Михайленко, Н.П. Дидиченко, А.А Дубровин и др.] // – Вестник ХНУ им. В.Н. Каразина экономическая серия. – 2006. – N719. – С.267-276.
3. Занг З.В. Синергетическая экономика / З.В.Занг. – М.: Мир, 1999. – 335с.
4. Прыткин Б.В. Технично-економический анализ производства / Б.В. Прыткин. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 399с.
5. Теоретические основы построения целевой функции производственной системы / [В.Г. Михайленко, Н.П. Дидиченко, А.А Дубровин и др.] // – Вестник ХНУ им. В.Н. Каразина экономическая серия. – 2007. – N779. – С.113-119.
6. Интрилигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория. – М.: Прогресс, 1975. – 605 с.
7. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия. / Г.В. Савицкая. – Мн: Новое знание, 2002. – 704 с.
8. Функция Лагранжа производственной системы с массовым выпуском продукции / [О.М. Пигнастый, В.Д. Ходусов, В.Г. Михайленко и др.] // – Сб. научн. трудов межд. научно-практ. Конф. «Особенности социально-экономического развития Украины и регионов», Запорожье, 2007г. – С.189-190
9. Михайленко В.Г. Стохастическое описание производственных систем / В.Г. Михайленко, А.А Дубровин, О.М Пигнастый. – Сб. научн. трудов межд. научно-практ. конф. «Развитие высшего и преддипломного образования в сфере страхования и актуарных наук», (Харьков, 2006). – С.150-151.

Анотація

ВИКОРИСТАННЯ СТАТИСТИЧНОЇ ТЕОРІЇ ВИРОБНИЧО – ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ВИРОБНИЧОГО ЦИКЛУ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ

**Михайленко В.Г., к.ф.-м.н., професор, Дідиченко М.П., к.т.н., доцент,
Дубровін О.О., к.ф.-м.н., доцент**

*Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,
Пігнастий О.М., к.т.н.*

НВФ Технологія, м.Харків.

З використанням цільової функції виробничо-технічної системи записано вираз для розрахунку тривалості виробничого циклу партії базових продуктів. Отримані умови синхронізації технологічного процесу для безперервного виробничого процесу з розподілом періоду виробничого циклу на фази. Визначена в аналітичному вигляді формула розрахунку тривалості виробничого циклу для нестационарного випадку стану межопераційних запасів вздовж технологічного ланцюжка.

Ключові слова: синергетика, базовий продукт, мікроскопічний опис, функція розподілу, інженерно-виробнича функція, виробничий цикл, умови синхронізації технологічного процесу

Summary

USE of the STATISTICAL THEORY of TECHNOLOGICAL SYSTEMS FOR CALCULATION of the PRODUCTION CYCLE

**Mykhailenko V. H., doctor of Mathematics, full professor, Didychenko N.P.,
candidate of technical science, associate professor, Doobrovin A.A., candidate of
Mathematics, associate professor,**

V.N. Karazin Kharkiv National University,

Pignastiy O.M., candidate of technical science *research-and-production firm
Technology, Kharkiv.*

With use of criterion function of technological system expression for calculation of duration of a production cycle of a party of base products is written down. Conditions of synchronization of technological process for continuous production with division of the period of a production cycle into phases are received. The formula of calculation of duration of a production cycle for a non-stationary condition of quantity of products along a technological chain is certain in an analytical kind.

Key words: synergetics, base product, microscopic description, distribution function, engineering-production function, generating function, balances equation, production cycle, the terms of the synchronization process