УДК 658.012.122

ИНЖЕНЕРНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФУНКЦИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С СЕРИЙНЫМ ВЫПУСКОМ ПРОДУКЦИИ

В.С. Пигнастая

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

Получена в аналитическом виде инженерно-производственная функция машиностроительного предприятия с серийным выпуском продукции, определяющая закон движения микроэлементов для определения макропараметров системы.

Отримано в аналітичному виді інженерно-виробничу функцію машинобудівного підприємства із серійним випуском продукції, що визначає закон руху мікроелементів для визначення макропараметрів системи.

The engineer-production function for machine building enterprise with the serial output the production, had been given with had define the order of moving microelements for define the makro parameters of the system.

При современной рыночной конкуренции предприятиям нужно очень быстро реагировать на все изменения рынка и принимать решения. Сложность решения данной задачи состоит в том, что не только предприятие «движется» к поставленной цели, но и само пространство, в котором происходит движение, изменяется [1,2].

Важной научно-прикладной задачей является разработка динамических моделей анализа, планирования, прогнозирования и управления производственной деятельностью предприятия. При этом под производственной деятельностью предприятия понимают процесс производства изделий произвольной номенклатуры, зависящий от объема и скорости освоения затрачиваемых ресурсов.

Целью этой статьи является получение в аналитическом виде инженерно-производственной функции машиностроительного предприятия с серийным выпуском продукции, определяющей закон движения микроэлементов для получения макропараметров системы.

В данной работе в качестве случайной величины, наиболее полно отражающей производственную деятельность предприятия, предполагается рассматривать скорость изменения затрат, которая характеризует состояние базового продукта. Базовый продукт – элемент производственной системы, на который идет перенос стоимости ресурсов предприятия. Основными параметрами, характеризующими базовый продукт, являются S_j, грн, - сумма общих затрат, понесенных предприятием на изготовление j-го элемента базового продукта на текущий момент времени, выраженных в гривнах; $\mu_j = \dfrac{\Delta S_j}{\Delta t}; \quad \Delta t \to 0$ - сумма затрат, грн, в единицу времени, ч, которые несет предприятие на изготовление j-го элемента базового продукта на текущий момент времени.

Количество вариантов выбора *базового продукта* системы может быть достаточно велико. Окончательный вариант выбора *базового продукта* системы определяется, с одной стороны, получением наиболее простой в решении модели производственного процесса, с другой стороны, наиболее близко описывающей реальный производственный объект. Перейдем к построению модели, описывающей серийное производство.

Для наглядности рассмотрим однопродуктовое предприятие с серийным выпуском продукции. За базовый продукт модели возьмем *изделие*.

Состояние базового продукта в виде изделия будем описывать микровеличинами $\left(S_j, \mu_j\right)$.

Уравнение функции распределения базовых продуктов по скоростям изменения затрат $\chi(t,S,\mu)$ в фазовом пространстве $\left(S,\mu\right)$ для момента времени t представляет собой интегро-дифференциальное уравнение [3]

$$\frac{\partial\chi}{\partial t}+\frac{\partial\chi}{\partial S}\mu+\frac{\partial\chi}{\partial\mu}f=J,$$

где функция $J(t,S,\mu)$ определяется параметрами технологического процесса, представляет собой функцию перехода, описывающую процесс воздействия оборудования на базовый продукт. Будем называть ее генераторной функцией.

Функция $f(t,S,\mu)$ есть действующая на базовый продукт внешняя сила, характеризующаяся установленными на предприятии технологическими процессами изготовления конкретно взятой продукции, производственным планом, трудовыми ресурсами, наличием количества и состояния оборудования. Будем называть ее инженерно-производственной функцией предприятия.

Цель работы – получить в аналитическом виде инженерно-производственную функцию, определяющую закон движения микроэлементов для получения макропараметров системы.

Выведение инженерно-производственной функции машиностроительного предприятия из инженерных расчетов, а не из статистического анализа деятельности предприятия имеет очевидные преимущества. Сфера производственных процессов, к которым может быть применена функция, известна заранее, и результаты изменения технологических параметров могут быть вычислены [4].

Состояние производственной системы в некоторый момент времени будет определено, если определены в некоторый момент микровеличины $\left(S_1,\mu_1;.......S_{N_1},\mu_{N_1}\right)$ всех элементов конкретного базового продукта. Положение системы в любой другой момент времени может быть найдено из системы уравнений состояния множества элементов *базового продукта*:

$$\begin{cases}\dfrac{dS_j}{dt}=\mu_j,\\ \dfrac{d\mu_j}{dt}=f_j(t),\end{cases}\quad j=1..N_1,$$

где $f_j(t)$ - функция, характеризующая установленные на предприятии технологические процессы изготовления конкретно взятого базового продукта в соответствии с производственным планом, трудовыми ресурсами, количеством и характеристиками оборудования.

Расчет инженерно-производственной функции будем строить на понятиях переменной и постоянной себестоимости базового продукта. Весь производственный процесс изготовления базового продукта (процесс увеличения затрат на единичный базовый продукт по мере продвижения вдоль технологической цепочки) разобьем на элементарные участки dS_j технологической цепочки. Размеры элементов должны удовлетворять требованиям, накладываемым на построение функции распределения базовых продуктов по скоростям изменения затрат в ходе производственного процесса.

Под скоростью изменения затрат μ, которые несет базовый продукт, будем подразумевать среднюю скорость изменения затрат за цикл выполнения технологической операции

$$\mu=\frac{1}{T_{баз}}\int_0^{T_{баз}}\mu^*\cdot dt,$$

где $T_{баз}$ - время цикла на выполнение операции по увеличению стоимости базового продукта в отдельном элементе технологической цепочки. Время цикла на выполнение операции $T_{баз}$ может быть представлено в виде суммы основного времени $T_{осн}$ цикла на выполнение операции (с учетом подготовительно-заключительного времени, коэффициента выполнения норм, коэффициента параллельности и коэффициента смен в сутках) и межоперационного времени $T_{меж}$, когда базовый продукт дожидается очереди выполнения над ним основной операции [5]

$$T_{баз} = T_{осн} + T_{меж};$$

μ^* - мгновенная скорость изменения стоимости базового продукта в отдельном элементе технологической цепочки. Будем полагать, что в течение межоперационного времени $T_{меж}$ средняя скорость $\mu^*_{T_{меж}}$ много меньше средней скорости $\mu^*_{T_{осн}}$ в течение $T_{осн}$ и в основном определяется постоянными затратами производственного процесса, например, на хранение и транспортировку деталей между операциями: $\mu^*_{T_{меж}} << \mu^*_{T_{осн}}$ (рисунок).

Откуда

$$\mu = \frac{1}{T_{баз}} \cdot \int_0^{T_{баз}} \mu^* \cdot dt =$$

$$= \frac{1}{T_{баз}} \cdot \left[\int_0^{T_{меж}} \mu^* \cdot dt + \int_{T_{меж}}^{T_{баз}} \mu^* \cdot dt \right] =$$

$$= \left| \int_0^{T_{меж}} \mu^* \cdot dt << \int_{T_{меж}}^{T_{баз}} \mu^* \cdot dt \right| = \frac{1}{T_{баз}} \cdot \int_{T_{меж}}^{T_{баз}} \mu^* \cdot dt =$$

$$= \frac{T_{осн} \cdot \mu_0}{T_{баз}},$$

где μ_0 - средняя скорость изменения затрат базового продукта за период выполнения основной операции $T_{баз}$ на единице оборудования

$$\mu_0 = \frac{1}{T_{осн}} \int_{T_{меж}}^{T_{баз}} \mu^* \cdot dt.$$

Другими словами, мы представляем действительную мгновенную скорость изменения затрат базового продукта в виде двух слагаемых:

$$\mu^* = \mu + \delta\mu =$$

$$\mu + \sum_{k=1}^{\infty} \left[a_k \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot k}{T_{баз}} \cdot t \right) + b_k \cdot \cos\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot k}{T_{баз}} \cdot t \right) \right],$$

медленноменяющейся части μ и быстро меняющейся части

$$\delta\mu = \sum_{k=1}^{\infty} \left[a_k \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot k}{T_{баз}} \cdot t \right) + b_k \cdot \cos\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot k}{T_{баз}} \cdot t \right) \right].$$

В пределах периода выполняется равенство

$$\int_0^{T_{баз}} \mu^* \cdot dt = T_{баз} \cdot \mu + \int_0^{T_{баз}} \delta\mu \cdot dt, \quad \int_0^{T_{баз}} \delta\mu \cdot dt = 0.$$

По определению для мгновенной скорости

$$\frac{d\mu^*}{dt} = f_{\mu^*}(t).$$

Разложим скорость μ^* в окрестности медленноменяющейся части μ

$$\frac{d\mu^*}{dt} = \frac{d[\mu + \delta\mu]}{dt} = \frac{d\mu}{dt} + \frac{d(\delta\mu)}{dt} =$$

$$f_{\mu^*}(t)\Big|_{\mu} + \frac{\partial(f_{\mu^*}(t))}{\partial S}\Bigg|_{\mu} \cdot \delta S + ...,$$

где

$$\delta S(\tau) = \int_0^{\tau} \delta\mu \cdot dt =$$

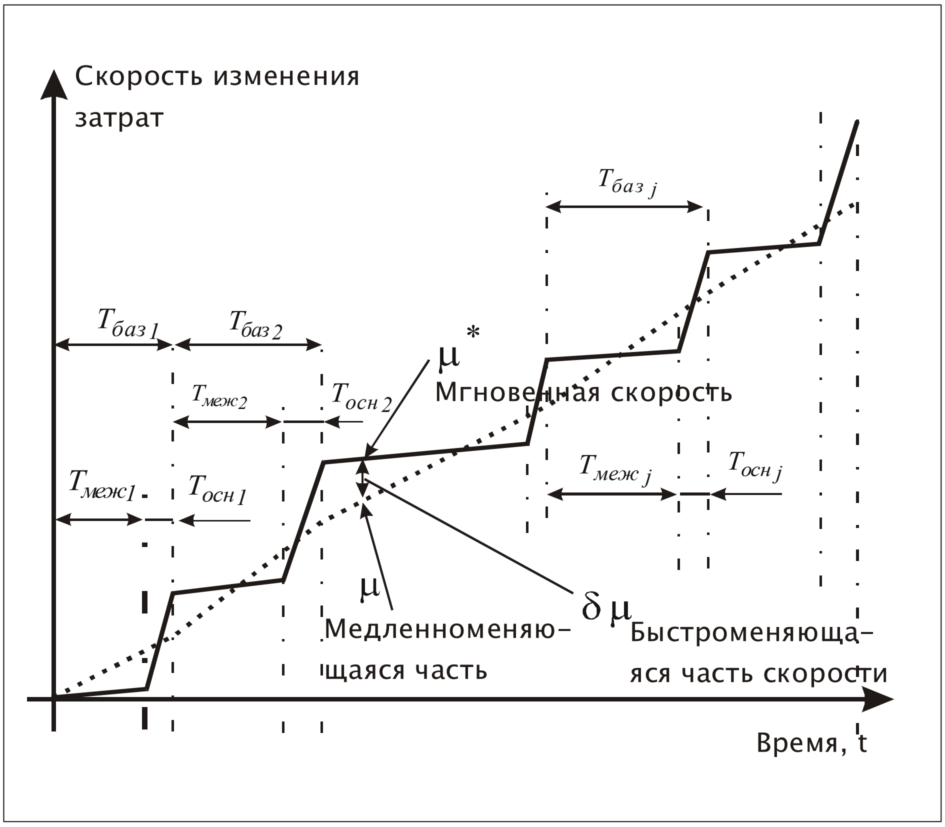
$$= \sum_{k=1}^{\infty} \left[A_k \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot k}{T_{баз}} t \right) + B_k \cdot \cos\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot k}{T_{баз}} t \right) \right],$$ а

знак $\Big|_{\mu}$ означает, что разложение в ряд Тейлора идет в окрестности траектории точки, представляющей собой движение, описывающееся медленноменяющейся частью изменения затрат μ [5,6].

Отсюда условие применимости перехода от описания базового продукта в терминах мгновенной скорости к описанию в терминах средней скорости за период

$$f_{\mu^*}(t)\Big|_{\mu} >> \frac{\partial(f_{\mu^*}(t))}{\partial S}\Bigg|_{\mu} \cdot \delta S \approx \frac{\partial(f_{\mu^*}(t))}{\partial S}\Bigg|_{\mu} \cdot \sum_{k=1}^{\infty} [A_k + B_k]$$

или $$f_{\mu^*}(t)\Big|_{\mu} >> \frac{\partial(f_{\mu^*}(t))}{\partial S}\Bigg|_{\mu} \cdot \sum_{k=1}^{\infty} \left[\| A_k + B_k \| \right]$$



Быстро- и медленноменяющаяся составляющие скорости изменения затрат базового продукта

$$\frac{f_{\mu^*}(t)\big|_{\mu}}{\sum_{k=1}^{\infty}\left[\left\|A_k+B_k\right\|\right]} >> \left.\frac{\partial\left(f_{\mu^*}(t)\right)}{\partial S}\right|_{\mu} \quad \Rightarrow$$

$$\frac{f_{\mu^*}(t)\big|_{\mu}}{\left\|\delta S\right\|} >> \left.\frac{\partial\left(f_{\mu^*}(t)\right)}{\partial S}\right|_{\mu}.$$

Это условие медленного изменения функции $f_{\mu*}(t)$ для уравнения состояния базового продукта за цикл выполнения технологической операции $T_{баз}$. На практике практически всякое производство описывается медленноменяющейся функцией состояния базового продукта $f_{\mu*}(t)$ или может быть приведено к таковой путем соответствующего построения этапов списания сырья и материалов, начисления фонда заработной платы и т.п.

Получим теперь выражение для периода выполнения основной операции $T_{баз}$. Пусть $\lambda_{оборуд}(t,S)\left[\frac{штук}{грв}\right]$ есть плотность расположения оборудования вдоль технологической цепочки увеличения стоимости базового продукта. Тогда количество базовых продуктов, ожидающих своей очереди обработки на межоперационной стадии основной операции

$$\int_{\left[S-\frac{1}{\lambda_{оборуд}}\right]}^{S} dS\cdot\left[\chi\right]_0(t,S),$$

где $$\int_0^{\infty} d\mu\cdot\chi(t,S,\mu)=\left[\chi\right]_0$$

$\frac{1}{\lambda_{оборуд}}$, грн/штук, - величина, обратная плотности расположения оборудования вдоль технологической цепочки увеличения стоимости базового продукта, есть не что иное, как затраты, отнесенные к базовому продукту, полученные между соседними основными операциями.

Так как $\lambda_{оборуд} S_d >> 1$, можем записать

$$\int\limits_{\left[S-\frac{1}{\lambda_{оборуд}}\right]}^{S} dS \cdot [\chi]_0 (t,S) = \frac{1}{\lambda_{оборуд}(t,S)} \cdot [\chi]_0 (t,S) >> 1,$$

где S_d - конечная себестоимость базового продукта.

Имея условие применимости перехода и полученное равенство

$$\mu \cdot \frac{1}{\lambda_{оборуд}(t,S)} \cdot [\chi]_0 (t,S) = \mu_0,$$

$$\frac{T_{осн}}{T_{баз}} = \frac{1}{\left[\frac{1}{\lambda_{оборуд}(t,S)} \cdot [\chi]_0 (t,S)\right]} \to 0,$$

продифференцируем левую и правую часть по времени:

$$\frac{d[\mu \cdot [\chi]_0]}{dt} = \frac{d\lfloor \mu_0 \cdot \lambda_{оборуд} \rfloor}{dt}.$$

Дифференцируем по частям

$$\frac{d[\mu \cdot [\chi]_0]}{dt} = [\chi]_0 \cdot \frac{d\mu}{dt} + \mu \cdot \Delta(t,S),$$

где $\frac{\partial [\chi]_0}{\partial t} + \frac{\partial ([\chi]_0 \cdot \langle \mu \rangle)}{\partial S} = \Delta(t,S) \quad \Delta(t,S) \to 0,$

$$\frac{d\lfloor \mu_0 \cdot \lambda_{оборуд} \rfloor}{dt} = \frac{\partial \lfloor \mu_0 \cdot \lambda_{оборуд} \rfloor}{\partial t} + + \frac{\partial \lfloor \mu_0 \cdot \lambda_{оборуд} \rfloor}{\partial S} \cdot \mu.$$

Отсюда

$$[\chi]_0 \cdot \frac{d\mu}{dt} + \mu \cdot \Delta(t,S) = \frac{\partial \lfloor \mu_0 \cdot \lambda_{оборуд} \rfloor}{\partial t} + $$
$$+ \frac{\partial \lfloor \mu_0 \cdot \lambda_{оборуд} \rfloor}{\partial S} \cdot \mu, \qquad \Delta(t,S) \to 0$$

и окончательно

$$\frac{d\mu}{dt} = \frac{1}{[\chi]_0} \cdot \frac{\partial \lfloor \mu_0 \cdot \lambda_{оборуд} \rfloor}{\partial t} +$$
$$+ \frac{1}{[\chi]_0} \cdot \frac{\partial \lfloor \mu_0 \cdot \lambda_{оборуд} \rfloor}{\partial S} \cdot \mu.$$

Исходными данными, определяющими технологический процесс, являются:

$$\frac{\partial \lfloor \mu_0 \cdot \lambda_{оборуд} \rfloor}{\partial t} = f_1(t,S) \text{ и}$$

$$\frac{\partial \lfloor \mu_0 \cdot \lambda_{оборуд} \rfloor}{\partial S} = f_2(t,S),$$

первые из которых определяются стратегическим развитием и изменением технологического процесса производства, вторые - наличием, людских ресурсов и количества смен в сутках. Отсюда

$$\frac{d\mu}{dt} = \frac{1}{[\chi]_0} \cdot f_1(t,S) + \frac{1}{[\chi]_0} \cdot f_2(t,S).$$

Функция $\frac{\partial \lfloor \mu_0 \cdot \lambda_{оборуд} \rfloor}{\partial t} = f_1(t,S)$ определяется перспективным капитальным планом введения в строй основных средств и технического переоснащения производственного процесса.

Порядок построения функции $\frac{\partial \lfloor \mu_0 \cdot \lambda_{оборуд} \rfloor}{\partial S} = f_2(t,S)$ следующий: на основании норм расхода и расценок за выполненную работу, утвержденных на предприятии, строятся таблично заданные зависимости (таблица).

$$\sum_{k=1}^{j} \left[\Delta S_{CuM\_k} + \Delta S_{ФОТ\_k}\right] \quad \text{от} \quad \sum_{k=1}^{j} T_{осн\_k}$$

при j=1..J.

Используя эти зависимости, получаем посредством предельного перехода

$$\lfloor \Delta S_{CuM\_j} + \Delta S_{ФОТ\_j} \rfloor \to 0$$
$$T_{осн\_j} \to 0$$

выражения, используемые для построения функции распределения базовых продуктов по скоростям изменения затрат $\chi(t,S,\mu)$:

Зависимости общих переменных затрат на основании норм расхода и расценок за выполненную работу

Номер технологической операции	$T_{осн\_}$ основное время, требуемое на выполнение операции (с учетом подготовительно-заключительного времени, коэффициента выполнения норм, коэффициента параллельности и коэффициента смен в сутках), ч	Сумма затрат на сырье и материалы, использовавшиеся на данной технологической операции, грн	Сумма затрат на фонд оплаты труда персонала, задействованного на данной технологической операции, грн	Общее основное время, затраченное на изготовление базового продукта, ч	Общая сумма переменных затрат, перенесенных на изготовление базового продукта за общее основное время, грн
j=1	$T_{осн\_1}$	ΔS_{CuM_1}	$\Delta S_{ФОТ\_1}$	$\sum_{k=1}^{1} T_{осн\_k}$	$\sum_{k=1}^{1}\left[\Delta S_{CuM\_k}+\Delta S_{ФОТ\_k}\right]$
j=2	$T_{осн\_2}$	ΔS_{CuM_2}	$\Delta S_{ФОТ\_2}$	$\sum_{k=1}^{2} T_{осн\_k}$	$\sum_{k=1}^{2}\left[\Delta S_{CuM\_k}+\Delta S_{ФОТ\_k}\right]$
…	…	…	…	…	…
j	$T_{осн\_j}$	ΔS_{CuM_j}	$\Delta S_{ФОТ\_j}$	$\sum_{k=1}^{j} T_{осн\_k}$	$\sum_{k=1}^{j}\left[\Delta S_{CuM\_k}+\Delta S_{ФОТ\_k}\right]$
…	…	…	…	…	…
j=J	$T_{осн\_J}$	ΔS_{CuM_J}	$\Delta S_{ФОТ\_J}$	$\sum_{k=1}^{J} T_{осн\_k}$	$\sum_{k=1}^{J}\left[\Delta S_{CuM\_k}+\Delta S_{ФОТ\_k}\right]$

$$\mu_0 = \lim_{T_{осн\_j}\to 0}\mu_{0\_j} = \lim_{T_{осн\_j}\to 0}\frac{\left\lfloor \Delta S_{CuM\_j} + \Delta S_{ФОТ\_j}\right\rfloor}{T_{осн\_j}},$$

$$\frac{\partial\left\lfloor \mu_0 \cdot \lambda_{оборуд}\right\rfloor}{\partial S} = f_2(t,S) =$$

$$= \lim_{\substack{\left[\Delta S_{CuM\_j}+\Delta S_{ФОТ\_j}\right]\to 0 \\ \lambda_{оборуд_j}\to 0}} \frac{\left(\left\lfloor \mu_{0\_j}\cdot\lambda_{оборуд_j}\right\rfloor - \left\lfloor \mu_{0\_(j-1)}\cdot\lambda_{оборуд_{(j-1)}}\right\rfloor\right)}{\left[\Delta S_{CuM\_j}+\Delta S_{ФОТ\_j}\right]}.$$

Построение инженерно-производственной функции

$$\frac{d\mu}{dt} = \frac{1}{[\chi]_0}\cdot\frac{\partial\left\lfloor \mu_0 \cdot \lambda_{оборуд}\right\rfloor}{\partial t} + \frac{1}{[\chi]_0}\cdot\frac{\partial\left\lfloor \mu_0 \cdot \lambda_{оборуд}\right\rfloor}{\partial S}\cdot\mu$$

рассмотрено на основании изменения переменной себестоимости изготовления базового продукта. Часть постоянной себестоимости изготовления базового продукта может быть учтена посредством разнесения постоянных накладных расходов на изделия.

Так как уравнение относительно функции распределения базовых продуктов по скоростям изменения затрат содержит частные производные функции $\chi(t,S,\mu)$ по t,S,μ, то для его решения необходимо задать начальные

$$\chi(t,S,\mu)\big|_{t=0} = \chi(0,S,\mu)$$

и краевые условия

$$\chi(t,S,\mu)\big|_{S=0} = \chi(t,0,\mu),$$

$$\chi(t,S,\mu)\big|_{\mu\to\infty} \to 0.$$

Систему уравнений дополним условием нормировки функции распределения

$$\int_0^\infty d\mu \cdot \chi(t,S,\mu) = [\chi]_0 ,$$

где концентрация базовых продуктов на элементарном технологическом участке связана с общим количеством базовых продуктов N_1:

$$\int_0^\infty dS \cdot [\chi]_0 = N_1 ,$$

и уравнением, связывающим инженерно-производственную функцию $f(t,S,\mu)$ с планом выпуска продукции, определяемым спросом:

$$\left.\int_0^\infty d\mu \cdot \mu \cdot \chi(t,S,\mu)\right|_{S=Sd} = [\chi]_1\big|_{S=Sd} ,$$

$$\left.\int_0^{T_{план}} dt \cdot [\chi]_1\right|_{S=Sd} = F_{план}(t).$$

Если период интегрирования $T_{план}$ равен месяцу, то речь идет о месячном плане.

Уравнение относительно функции распределения базовых продуктов по скоростям изменения затрат $\chi(t,S,\mu)$ имеет следующий вид:

$$\frac{\partial\chi}{\partial t} + \frac{\partial\chi}{\partial S} \cdot \mu + \frac{\partial\chi}{\partial\mu} \cdot f =$$

$$= \lambda_{оборуд} \cdot \int_0^\infty [\psi[\tilde{\mu} \to \mu] \cdot \tilde{\mu} \cdot \chi(t,S,\tilde{\mu}) -$$

$$- \psi[\mu \to \tilde{\mu}] \cdot \mu \cdot \chi(t,S,\mu)] d\tilde{\mu} ,$$

$$f = \frac{d\mu}{dt} = \frac{1}{[\chi]_0} \cdot \frac{\partial[\mu_0 \cdot \lambda_{оборуд}]}{\partial t} +$$

$$+ \frac{1}{[\chi]_0} \cdot \frac{\partial[\mu_0 \cdot \lambda_{оборуд}]}{\partial S} \cdot \mu ,$$

$$\chi(t,S,\mu)\big|_{t=0} = \chi(0,S,\mu) ,$$

$$\chi(t,S,\mu)\big|_{S=0} = \chi(t,0,\mu) ,$$

$$\chi(t,S,\mu)\big|_{\mu\to\infty} \to 0 ,$$

$$\int_0^\infty dS \cdot [\chi]_0 = N_1 ,$$

$$\left.\int_0^{T_{план}} dt \cdot [\chi]_1\right|_{S=Sd} = F_{план}(t).$$

В общем случае его решить для любой производственной системы не представляется возможным. Однако частные решения, точные или приближенные, могут дать полное представление о поведении базовых продуктов, а следовательно, и самого производственного процесса в некоторых интересных с точки зрения производства практических ситуациях, что, в свою очередь, укрепляет нашу уверенность в правильности выбранной математической модели, основанной на уравнении относительно функции распределения базовых продуктов по скоростям изменения затрат $\chi(t,S,\mu)$. Что касается начальных условий, то они обычно являются частью производственной постановки задачи $\chi(t,S,\mu)\big|_{t=0} = \chi(0,S,\mu)$. Необходимость начальных условий объясняется тем, что рассматриваемое уравнение является уравнением эволюционного типа. Менее очевидна ситуация с краевыми условиями. Они могут быть заданы в начале, в конце технологической цепочки или на одном контрольно-диспечерском пункте, где, например, происходит контроль качества базового продукта. К сожалению, экономико-теоретическая и экспериментально-производственная информация о состоянии базовых продуктов в месте задания краевых условий довольно ограничена и зачастую сводится к общим утверждениям либо к построению интуитивных моделей. Например, модель краевых условий $\chi(t,S,\mu)\big|_{S=0} = \chi(t,0,\mu)$ может быть представлена в виде зависимости работы оборудования

$$\chi(t,S,\mu)\big|_{S=0} = \chi(t,0,\mu) \Rightarrow ,$$

$$\chi(t,S,\mu)\big|_{S=0} = \chi_{оборуд}(t,0,\mu) .$$

Другой непростой задачей, связанной с уравнением относительно функции распределения базовых продуктов по скоростям изменения затрат $\chi(t,S,\mu)$, является задача исследования стремления решения к стационарному при $t \to \infty$, где, следует ожидать, функция распределения базовых продуктов по скоростям изменения затрат $\chi(t,S,\mu)$ будет определяться видом наперед заданной функции $\psi[\mu \to \tilde{\mu}]$. В этом случае хорошо было бы показать условия, при которых все решения начальной задачи для уравнения относительно функция распределения базовых продуктов $\chi(t,S,\mu)$ стремятся к функции, описывающей стационарный производственный процесс $\chi_{оборуд}(t,S,\mu)$. Особенно это приобретает значение, когда краевые условия задачи таковы, что задача допускает стационарное решение, отличное от вида заданной функции $\chi_{оборуд}(t,S,\mu)$. К сожалению, даже в простейших случаях стационарные задачи плохо поддаются аналитическому исследованию, за исключением тех, для которых можно аппроксимировать исходные уравнения соотношениями, отвечающими в частности, например, линеаризованной модели.

Заключение

В данной статье получена в аналитическом виде инженерно-производственная функция машиностроительного предприятия с серийным выпуском продукции, определяющая закон движения микроэлементов для получения макропараметров системы. Аналитическая составляющая метода, тем не менее, играет основную роль при экономическом анализе. Она позволяет инженеру находить лучшие решения, когда те или иные экономические параметры меняются.

Литература

1. Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами. – Москва-Харьков-Минск: Питер, 2001. - 384 с.
2. Балашевич В.А. Математические методы в управлении производством. – Минск: Вышэйш. шк., 1976. - 334 с.
3. Внуков И.П., Пигнастая В.С. Моделирование производства на основе получения функции распределения эквивалентных продуктов// Авіаційно-космічна техніка та технологія. –Х., ХАИ, 2003 1(36). - С. 174-179.
4. В. Леонтеьв Исследования структуры американской экономики. - М.: Государственное статистическое издательство, 1958.
5. Летенко В.А., Родионов Б.Н. Организация, планирование и управление машиностроительным предприятием. Ч. 2. Внутризаводское планирование. - М.: Высш. Шк., 1979. – 232 с.
6. Справочник по теории вероятностей и математической статистике. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит-ры, 1985. - 640 с.
7. Гмурман В.Е. Теория вероятности и математическая статистика. – М.: Высш. шк., 1972, 368 с.

Поступила в редакцию: 05.04.03

Рецензенты: д-р техн. наук, профессор Жихарев В.Я., Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», г.Харьков; канд. техн. наук Дашков А.В., НПФ «Технология», г. Харьков.