

ФОРМИРОВАНИЕ РАСЧЁТОВ ПРИ ОСВОЕНИИ ПРОИЗВОДСТВА НОВЫХ ВИДОВ ПРОДУКЦИИ

Забайкина Н.В., Забайкин Ю.В.

При работе над литературными источниками были актуализированы вопросы использования математического аппарата при освоении производства новых видов продукции.

ВВЕДЕНИЕ

Освоение производства - это начальный период изготовления продукции, начинающийся выпуском первых изделий и заканчивающийся достижением проектных технико-экономических показателей (проектного выпуска изделий в единицу времени, проектной трудоемкости, проектной себестоимости). Этот период характерен для серийного и массового типа производства, где номенклатура продукции стабильна в течение определенного времени. Продолжительность этого периода может быть различной, от нескольких недель до нескольких лет.

РАСЧЁТ ПЕРИОДА ОСВОЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА НОВЫХ ВИДОВ ПРОДУКЦИИ

В течение периода освоения происходит существенное снижение трудоемкости продукции. Установлено, что закономерность изменения трудоёмкости в период освоения, описывается уравнением

$$y_i = a \cdot x_i^{-b} \quad /1/$$

В качестве аргумента "x" может использоваться как временной параметр (продолжительность с начала освоения), так и натуральный (порядковый номер изделия). В последнем случае уравнение будет иметь вид:

$$T_i = T_n \cdot N_i^{-b} \quad /2/$$

где T_i - трудоёмкость изготовления i -го номера изделия, н-час;
 T_n - начальная трудоёмкость изделия, н-час;
 b - показатель степени, отражающий интенсивность снижения трудоёмкости изделия в период освоения ($0 < b < 1$).

Использование уравнения /2/ позволяет обоснованно планировать технико-экономические показатели в период освоения: трудоемкость и себестоимость изделий, приемлемые для предприятия цены на продукцию, ожидаемую прибыль, требуемую численность рабочих, необходимые фонды оплаты труда и т.д. Если по выбранному предприятием плану освоения новой продукции обоснована проектная трудоёмкость изготовления изделия $T_{осв}$, начальная трудоёмкость T_n , а также динамика снижения трудоёмкости /величина "b"/, уравнение /2/ примет вид:

$$T_{осв} = T_n \cdot N_{осв}^{-b} \quad /3/$$

что позволяет определить порядковый номер изделия, освоенного производством $N_{осв}$:

$$N_{осв} = \sqrt[b]{\frac{T_n}{T_{осв}}} \quad /4/$$

Изготовление предприятием изделия с порядковым номером $N_{осв}$ характеризует собой окончание периода освоения. Однако для целей планирования удобнее определять продолжительность периода освоения во временном масштабе /в месяцах, годах/. Это оказывается возможным, если запланирован среднемесячный выпуск изделий в период освоения $N_{мес}$. Тогда

$$t_{осв} = \frac{N_{осв}}{N_{мес}} \text{ /мес/} = \frac{N_{осв}}{12 \cdot N_{мес}} \text{ /лет/} \quad /5/$$

где $t_{осв}$ - продолжительность периода освоения (месяцев, лет)

Если период освоения $t_{осв}$ оказывается равным нескольким годам, использование значения $N_{мес}$ оказывается недостаточным для того, чтобы обоснованно планировать выпуск изделий и их трудоёмкость по отдельным годам периода освоения: неизбежны искажения при расчёте этих величин. Рассмотрим типовые случаи, отличающиеся соотношением среднемесячного выпуска изделий в период освоения $N_{мес}$ и проектного среднемесячного выпуска $N_{мес.осв}$.

Случай 1. $N_{мес} = 0,5 \cdot N_{мес.осв}$.

Это соотношение соответствует равномерному, т.е. пропорциональному времени освоения, нарастанию месячного выпуска изделий /рис.1/ см. приложение. Очевидно, что общее количество изделий, изготовленных за период освоения $t_{осв}$ /т. е. $N_{осв}$ / равно площади треугольника ODL, а также площади прямоугольника OACL /т.к. BC есть средняя линия треугольника ODL/. Поскольку фигура OBCL принадлежит как треугольнику ODL, так и прямоугольнику OACL, то, следовательно, площади треугольников OAB и BDC равны между собой. Среднемесячный выпуск изделий за время $\square = t_2 - t_1$ будет равен средней величине $N_{мес1}$ и $N_{мес2}$, т.е.

$$N_{мес(\Delta t)} = \frac{N_{мес1} + N_{мес2}}{2} \quad /6/$$

Случай 2. $N_{мес} < 0,5 \cdot N_{мес.осв}$.

Графически этот случай представлен на рис. 2 см. приложение. Он соответствует неравномерному в период освоения нарастанию месячного выпуска - замедленному в начале и ускоренному в конце периода освоения. Площадь под кривой OBD /т. е. фигуры OBDL/, как и площадь прямоугольника OKFL, равна общему количеству изделий $N_{осв}$, т. е. $S_{OBDL} =$

S_{OKFL} . А поскольку фигура $OBFL$ является общей для каждой из этих фигур, то, следовательно, площади заштрихованных фигур OKB и BDF также равны между собой. Уравнение кривой OB неизвестно, поэтому воспользуемся линейной аппроксимацией: участки кривой OB и BD заменим соответствующими отрезками. Абсцисса точки B /т. е. величина отрезка OE на оси t / определяется из равенства площадей треугольников OKB и BDF :

$$0,5 \cdot OK \cdot KB = 0,5 \cdot BF \cdot DF$$

или:
$$N_{мес} \cdot OE = t_{осв} - OE \cdot N_{мес.осв.} - N_{мес} /$$

Откуда

$$N_{мес} \cdot OE = t_{осв} \cdot N_{мес.осв.} - OE \cdot N_{мес.осв.} + OE \cdot N_{мес} - t_{осв} \cdot N_{мес}$$

$$OE \cdot N_{мес.осв.} = t_{осв} \cdot N_{мес.осв.} - N_{мес} /$$

В итоге:

$$OE = t_{осв} / 1 - \frac{N_{мес}}{N_{мес.осв.}} / \quad /7/$$

Зная положение точки B (т. е. величину OE), можно обоснованно планировать изменение месячного выпуска изделий в период освоения, рассчитывать среднемесячный выпуск за время $\square t$.

Случай 3. $N_{мес} > 0,5 \cdot N_{мес.осв.}$

Графически этот случай показан на рис. 3 см. приложение. Он соответствует неравномерному во времени нарастанию месячного выпуска - интенсивному в начале периода, замедленному в его конце. Количество изделий $/N_{осв}/$, изготовленных за период $t_{осв}$, соответствует площади под кривой OBD , т. е. фигуры $OBDL$, а также площади прямоугольника $OKFL$. Поскольку для них фигура $OBFL$ является общей, то, следовательно, площади заштрихованных фигур OKB и BDF равны между собой. Дальнейшие рассуждения полностью аналогичны случаю 2, положение точки E на оси t определяется по той же формуле, что и для случая 2 (см. формулу 7).

Суммарная трудоемкость изделий $T_{сум}$, изготовленных за период освоения:

$$T_{\text{сум}} = \int_{N_i=1}^{N_i=N_{\text{осв}}} T_n \cdot N_i^{-b} \cdot dN = \frac{T_n}{1-b} / N_{\text{осв}}^{1-b} - 1 / \text{ [н-час]} \quad /8/$$

Средняя трудоёмкость изготовления изделия, в период освоения:

$$T_{\text{ср}} = \frac{T_{\text{сум}}}{N_{\text{осв}}} \text{ [н-час]} \quad /9/$$

Аналогично определяется $T_{\text{сум } j}$ и $T_{\text{ср } j}$ (соответственно суммарная и средняя трудоёмкость изделий, изготовленных в каком-либо j -ом году периода освоения):

$$T_{\text{сум } j} = \int_{N_i=N_n}^{N_i=N_m} T_n \cdot N_i^{-b} \cdot dN = \frac{T_n}{1-b} \cdot (N_m^{1-b} - N_n^{1-b}) \text{ [н-час]} \quad /10/$$

где N_n - порядковый номер изделия, изготовленного в начале j -го года ;
 N_m - порядковый номер изделия, изготовленного в конце j -го года.

$$T_{\text{ср } j} = \frac{T_{\text{сум } j}}{N_{\text{сум } j}} = \frac{T_{\text{сум } j}}{N_m - N_n + 1} \text{ [н-час]} \quad /11/$$

где $N_{\text{сум } j}$ - суммарное количество изделий, изготовленных в j -ом году.

Определяющим фактором, влияющим на динамику снижения трудоёмкости изделий в период освоения /т. е. на величину "b" в формуле 2/, является значение коэффициента готовности k_{Γ} , который рассчитывается как:

$$k_{\Gamma} = \frac{K_n}{K_{np}} \quad /12/$$

где K_{np} - стоимость активной части основных средств (технологического оборудования, оснастки, технологического транспорта), необходимых для обеспечения проектного выпуска продукции;

K_n - стоимость активной части основных средств, планируемых к началу освоения.

При малых значениях коэффициента готовности ($k_{\Gamma} = 0,2...0,3$) первые изделия имеют повышенную трудоёмкость и себестоимость, период освоения растягивается во времени на многие месяцы, а то и на годы. При значениях коэффициента готовности, близких к единице, удаётся свести к минимуму продолжительность периода освоения, довольно быстро выйти на проектные технико-экономические показатели.

Предприятия, изготавливающие конкурентоспособную продукцию и имеющие высокую репутацию у потребителей, стремятся начинать выпуск продукции при высоких значениях коэффициента готовности. Такая стратегия обеспечивает очевидные выгоды за счёт сокращения периода освоения, однако требует привлечения значительных инвестиций к началу производства. При такой стратегии высока степень экономического риска, поскольку объём продаж может оказаться ниже потенциально возможного выпуска продукции, а это приводит к убыткам для предприятия.

При малых значениях коэффициента готовности требуется меньшая величина капложений к началу производства, имеется больше шансов на адаптацию продукции на рынке товаров, однако предприятие может нести убытки из-за высокого уровня трудоёмкости и себестоимости изделий; кроме того, затянувшийся во времени период освоения может оказаться соизмеримым со сроком морального старения продукции.

Таким образом, коэффициент готовности предопределяет величину возможного выпуска продукции в единицу времени /за год, за месяц и т. д./, а, следовательно, соотношение выпуска с прогнозируемым объёмом продаж.

Рассчитанная по формуле /11/ величина средней трудоёмкости изготовления T_{cp} позволяет определить себестоимость единицы продукции в какой-либо отрезок времени периода освоения, используя метод укрупнённой калькуляции:

$$S_{cp,j} = \left[M + L_j \left(1 + \frac{k_{ц} + k_{он}}{100} \right) + L_j \frac{\alpha}{100} + \left(L_j + L_j \frac{\alpha}{100} \right) \frac{\beta}{100} \right] \left(1 + \frac{k_{ен}}{100} \right) \text{ руб./изд.} \\ /13/$$

где M - затраты на основные материалы и комплектующие, руб./изд.;

L_j - затраты по основной зарплате основных рабочих, руб./изд.;

$k_{ц}$, $k_{он}$, $k_{ен}$ - соответственно цеховые, общепроизводственные и внепроизводственные

расходы, %%;

□ - дополнительная зарплата основных рабочих, %%;

□ - единый социальный налог, %.

Величина L_j в формуле /13/ рассчитывается по формуле:

$$L_j = T_{cpj} \cdot l_{\text{час}} \quad [\text{руб./изд.}] \quad /14/$$

где $l_{\text{час}}$ - средняя часовая тарифная ставка оплаты труда основных рабочих, руб./час.

Проектная себестоимость (себестоимость освоенного изделия) рассчитывается по формулам, аналогичным /13/ и /14/, только вместо значения T_{cpj} учитывается значение проектной трудоемкости $T_{осв}$.

Затраты предприятия на изготовление изделий в j -ом году:

$$S_{\text{год}j} = S_{cpj} \cdot N_{\text{год}j} \quad [\text{руб./год}] \quad /15/$$

где $N_{\text{год}j}$ - планируемый годовой объём производства в j -ом году, шт./год.

Выручка от реализации продукции в j -ом году:

$$W_{\text{год}j} = C_{\text{пл}j} \cdot q_{\text{пл}j} \quad [\text{руб./год}] \quad /16/$$

где $C_{\text{пл}j}$ - отпускная цена изделия, руб./изд;
 $q_{\text{пл}j}$ - ожидаемый объём продаж, изд./год.

Прибыль предприятия от производства и реализации продукции в j -ом году:

$$P_{\text{год}j} = W_{\text{год}j} - S_{\text{год}j} \quad [\text{руб./год}] \quad /17/$$

Рассчитанные значения трудоёмкости продукции позволяют планировать требуемую численность основных рабочих и фонды оплаты труда для: любого года периода освоения.

Требуемая среднегодовая численность основных рабочих в j -ом году:

$$C_{cp} = \frac{T_{\text{сум}}}{F_{\text{д}} \cdot k_{\text{в}}} \quad [\text{чел./год}] \quad /18/$$

где $F_{\text{д}}$ - действительный годовой фонд рабочего времени одного рабочего, час (можно ориентироваться на величину $F_{\text{д}} = 1935$ часов).
 $k_{\text{в}}$ - средний коэффициент выполнения норм.

Общий фонд оплаты труда основных рабочих в j -ом году:

$$\Phi_{\text{от}j} = l_{\text{час}} \cdot T_{\text{сум}j} \left(1 + \frac{\alpha}{100} \right) \quad [\text{руб./год}] \quad /19/$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Расчёт, использующий рассмотренные выше теоретические положения, предполагает проведение исследования влияния планируемого процесса освоения на технико-экономические показатели работы предприятия. С этой

целью при выполнении расчёта необходимо:

- рассчитать продолжительность периода освоения производства нового изделия, трудоёмкость и количественный выпуск изделий в каждом году периода освоения;
- сопоставить максимально возможный годовой выпуск продукции с ожидаемым объёмом продаж;
- с помощью коэффициента эластичности предусмотреть максимально возможную сбалансированность спроса и предложения новой продукции;
- рассчитать себестоимость продукции, выручку и прибыль предприятия от производства и реализации продукции, потребную численность и фонд оплаты труда основных рабочих;
- дать оценку экономической целесообразности планируемого процесса освоения производства новой продукции.

ПРИЛОЖЕНИЕ

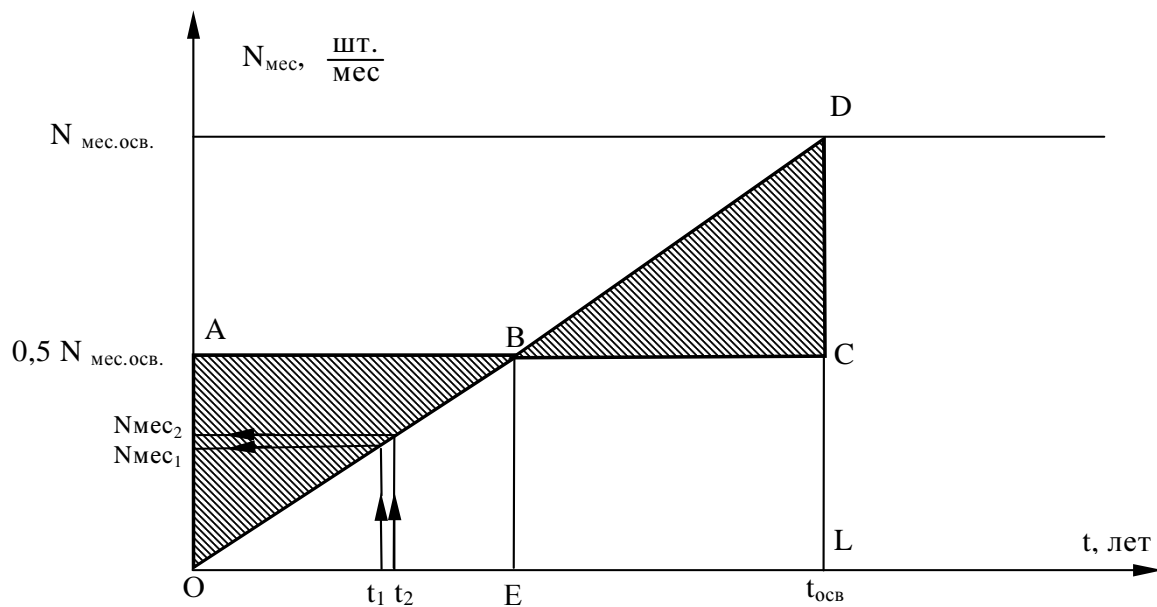


Рис. 1. $N_{\text{мес}} = 0,5 N_{\text{мес.осв.}}$.

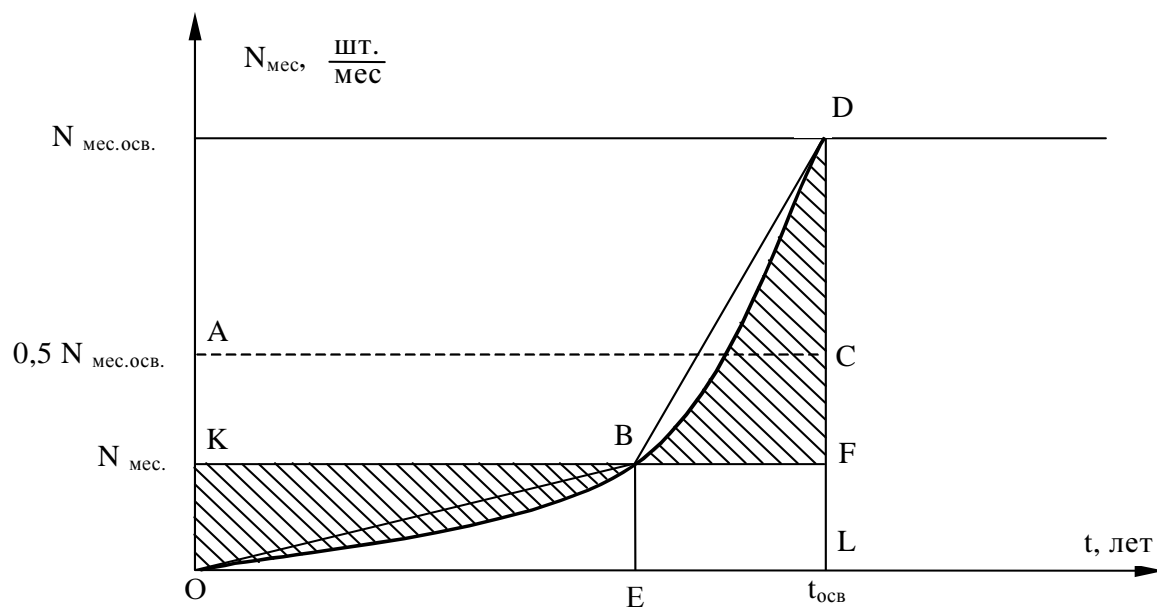


Рис. 2. $N_{\text{мес}} < 0,5 N_{\text{мес.осв.}}$.

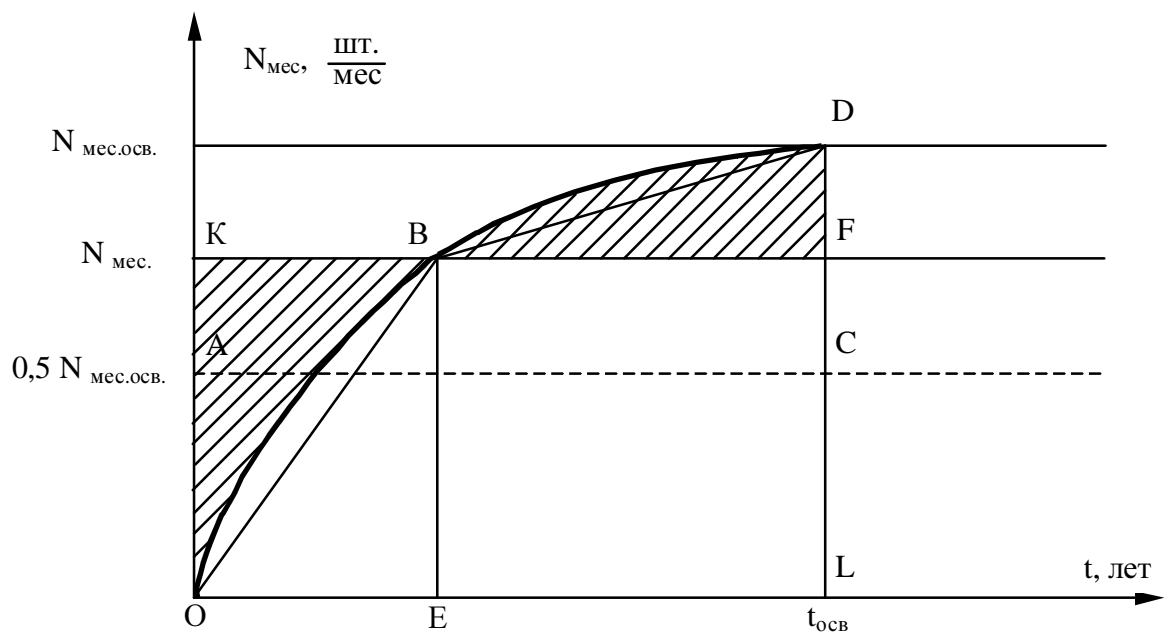


Рис. 3. $N_{\text{мес}} > 0,5 N_{\text{мес.осв.}}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бездудный Ф.Ф. Павлов А.П. Математические методы и модели в планировании текстильной и лёгкой промышленности: Учебник для вузов. – М.: Лёгкая индустрия. 1979. – 440 с., ил. – (Учебник для вузов).
2. Ващенко В.К., Рощина О.Е. Экономическое обоснование обновления технологического оборудования предприятия (теория, методология).- М.:2008.-103с. ISBN 5-9647-0127-2
- 3.Забайкин Ю.В. Теоретические аспекты совершенствования организации и планирования производства на предприятиях текстильной и лёгкой промышленности.-М.:2007.-192с. ISBN 5-9647-0087-X.
4. Скворцов Ю.В. Методические указания к выполнению домашнего задания по дисциплине «Организация производства».-М.:2001.-19с.