

ОПЫТ МОДЕЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА С УЧЕТОМ ПОКАЗАТЕЛЯ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ

Р. Л. САТАНОВСКИЙ

(Ленинград)

Практика работы по обоснованию оптимального уровня K_c^* показала, что эффективность работы предприятия возрастает по мере перехода от мелко- и среднесерийного производства к крупносерийному и массовому. Действительно, если массовое производство характеризуется значением $K_c = 1$, т. е. каждое из рабочих мест занято выполнением одной производственной работы**, то при крупносерийном производстве $1 < K_c \leq 10$, среднесерийном $10 < K_c \leq 30$, мелкосерийном $K_c > 30$. Увеличивать партии и обеспечить переход от ежедневной переналадки рабочих мест при $K_c = 22$ (если в месяце 22 рабочих дня) к переналадке раз в два дня при $K_c = 11$ намного эффективнее, чем переходить от четырех переналадок в месяц к двум. Это связано с тем, что возрастание размеров партий во втором случае, обуславливающее резкое увеличение незавершенного производства, не окупается экономией на текущих затратах. Приводимые ниже расчеты подтверждают сказанное. Следовательно, рассматриваемый опыт моделирования уровня организации производства наиболее целесообразно использовать для цехов и участков, характеризующихся $K_c > 10$. В зависимости от конкретных организационно-технических условий возможно моделирование по приводимой ниже схеме и для крупносерийного производства. Общая последовательность расчетов следующая: 1) определение существующего уровня K_c ; 2) моделирование элементов календарного плана производства; 3) моделирование затрат на управление; 4) моделирование снижения трудоемкости изготавливаемой продукции; 5) обоснование оптимального уровня K_c .

Приводимые в статье примеры иллюстрируются материалами корпусного участка механического цеха одного из ленинградских заводов. Анализируемые 390 корпусных деталей представляют собой выборку из объема генеральной совокупности, равной почти 10 тыс. наименований [2]. Такая выборка дает полное представление о всей совокупности и является достаточным основанием для получения достоверных выводов.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУЩЕСТВУЮЩЕГО УРОВНЯ K_c

Величина показателя специализации рабочих мест K_c по участку (цеху) определяется как частное от деления всей совокупности производственных работ за месяц ΣP_0 на явочное число рабочих или действующих

* Численная величина этого показателя означает среднее количество различных производственных работ, выполняемых в течение месяца на одном рабочем месте при работе в одну смену [1].

** Под производственной работой понимается одна или несколько технологических операций, выполняемых без перерыва одним и тем же рабочим (или бригадой рабочих).

щих мест ΣS , т. е.

$$K_c = \frac{\Sigma \Pi_0}{\Sigma S}. \quad (1)$$

Последовательность расчетов K_c представлена в [3]. По данным механического цеха $K_c = 20$. Этот уровень организации принят за базовый при моделировании.

2. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНА ПРОИЗВОДСТВА

Между величиной K_c , предварительным размером партии $n^{пр}$, месячным фондом времени рабочего F_M и необходимым штучным временем, приходящимся в среднем на выполнение одной производственной работы \bar{t}_H , существует зависимость [1]

$$K_c = \frac{F_M}{n^{пр} \bar{t}_H}. \quad (2)$$

Так как F_M и \bar{t}_H представляют собой постоянные величины в пределах рассматриваемого планового периода, можем записать $n^{пр} = f(K_c)$. Данная функциональная зависимость и используется при моделировании размеров партий, являющихся важнейшим элементом календарного плана.

Для нахождения оптимального варианта организации производства достаточно взять двойной диапазон значений K_c . Поэтому для рассматриваемого завода диапазон измерения K_c принят от 20 до 10. Независимо от значений F_M и \bar{t}_H необходимо, чтобы размеры партий принимали целочисленные значения. Соблюдение этого требования обуславливает принятие аргументом K_c как целочисленных, так и дробных значений. Наличие же большого числа уровней организации производства (по значениям K_c) необоснованно увеличивает объем расчетов и затрудняет выбор оптимального K_c . Поэтому при моделировании надо четко знать, в пределах какого разброса от номинала значениями K_c можно пренебречь. Поскольку они попадают в поле допуска, их колебания вполне закономерны и не отражают новых качественных изменений в организации производства.

Для рассматриваемого диапазона значений K_c в [1] рекомендуется брать величины $K_c = 20, 18, 16, 14, 12, 10$ и по их значениям согласно (2) получать предварительные размеры партий $n^{пр}$ в процессе моделирования. При решении вопроса о моделировании по всем уровням значений K_c воспользуемся применением дифференциала к оценке погрешности (1). Данные, получаемые измерением величины K_c , содержат ошибку, порождаемую неточностью исходных замеров. Положительное число, заведомо превышающее эту ошибку по абсолютному значению (или равное этой ошибке), называется предельной погрешностью. Отношение предельной погрешности к абсолютному значению измеряемой величины называется предельной относительной погрешностью. Знание этой величины при моделировании позволяет сравнить каждую пару показателей K_c и оставить из двух только один, если различие между ними вызвано ошибкой измерения. Так как величина K_c исчисляется как отношение двух величин (см. (1)), а предельная относительная погрешность дроби равна сумме предельных относительных погрешностей числителя и знаменателя [4], можно записать

$$\left| \frac{\Delta K_c}{K_c} \right| = \left| \frac{\Delta \Pi_0}{\Sigma \Pi_0} \right| + \left| \frac{\Delta S}{\Sigma S} \right|. \quad (3)$$

Чтобы произвести расчеты по (3), необходимо знать частные предельные погрешности $\Delta\Pi_0'$ и $\Delta S'$. Производственные работы учитываются с точностью до единицы. Поэтому $\Delta\Pi_0' = 1$. Предельная погрешность для ΔS определяется организацией учета затрат фактически отработанного времени. На рассматриваемом заводе точность измерения $\Delta S' = 0,5$ час. На предприятии для любого цеха (участка) всегда известно среднесписочное

Таблица 1

Условия сравнения	Принимаемый n^Φ
$n_i^{np} \leq n_{i-1}^\Phi$	n_{i-1}^Φ
$n_i^{np} > n_{i-1}^\Phi$	
а) $ n_i^{np} - n_{i-1}^\Phi < n_i^{np} - n_i^\Phi $	n_{i-1}^Φ
б) $ n_i^{np} - n_{i-1}^\Phi \geq n_i^{np} - n_i^\Phi $	n_i^Φ

число основных рабочих ΣS_{cp} и коэффициент явки $K_{я}$, перемножением которых подсчитываем ΣS . Для корпусного участка $\Sigma S_{cp} = 93$ раб., $K_{я} = 0,9$ и $\Sigma S = 84$ раб. Из (1) имеем, что при $K_c = 20$ и $\Sigma S = 84$ величина $\Sigma\Pi_0 = 1680$. Так как предельная относительная погрешность определяется не для одной производственной работы и одного рабочего, а для всей совокупности участка, то необходимо перейти

от частных значений $\Delta\Pi_0'$ и $\Delta S'$ к общим. Тогда $\Delta\Pi_0 = \Delta\Pi_0' \cdot \Sigma S$ и $\Delta S = \Delta S' \cdot \Sigma S$. Получаем $\Delta\Pi_0 = 1 \cdot 84 = 84$ и $\Delta S = 0,5 \cdot 84 = 42$ час. Значение ΣS в часах: $84 \cdot 8 = 672$ час. Теперь

$$\left| \frac{\Delta K_c}{K_c} \right| = \left| \frac{84}{1680} \right| + \left| \frac{42}{672} \right| = 0,05 + 0,063 = 11,3\%.$$

При $K_c = 10$ предельная относительная погрешность 16,3%. Полученные величины говорят о том, что при моделировании в рассматриваемых условиях для установления предварительных размеров партий целесообразно брать целочисленные значения $K_c = 20, 16, 14, 12$ и 10, исключив $K_c = 18$, так как оно попадает в поле допуска $K_c = 20$.

По каждому наименованию деталей в зависимости от трудоемкости $\sum_1^n t_n$ и числа производственных работ Π_0 для базового уровня $K_c = 20$ по

(2) или [1] подсчитывается предварительный размер партии n^{np} . Эти партии затем корректируются до фактически принятых n^Φ , исходя из конкретных условий производства (кратности существующей на заводе периодичности повторения, габаритов, материалоемкости, длительности цикла и др).

Величина размера партии n_i^{np} при i -м уровне моделирования по сравнению с n_{i-1}^{np} определяется зависимостью

$$n_i^{np} = \frac{n_{i-1}^{np}(K_c)_{i-1}}{(K_c)_i}. \quad (4)$$

Рост предварительных размеров партий n_i^{np} при любом i -м уровне моделирования по мере уменьшения K_c — единственное основание для обоснованного выбора увеличенных размеров партий n^Φ , откорректированных по отмеченным выше условиям. Сложность заключается в том, что если предварительные размеры партий могут изменяться постепенно в зависимости от соотношения показателей K_c смежных уровней моделирования, то фактические размеры партий изменяются только скачками в соответствии с принятым интервалом периодичности повторения. Например, при наличии на заводе одно-, трех-, шести- и двенадцатимесячной периодичности перейти от месячной партии к двухмесячной нельзя, так как это неизмеримо усложнило бы систему оперативно-производственного планирова-

ния. Поэтому при каждом i -м уровне моделирования необходимо сравнивать предварительные размеры партий $n_i^{пр}$ с фактическими на предшествующем уровне, рассматриваемых с учетом поправки на кратность периодичности. Условия сравнения и принимаемые при этом решения даны в табл. 1.

Наличие отклонений фактических размеров партий от предварительных обуславливает отклонение фактического уровня специализации $K_c^ф$ от моделируемых K_c по каждому из уровней. Зная $n^ф$ и годовую программу $N_{год}$, можно подсчитать периодичность повторения I , число производственных работ по каждой детали и их совокупности в течение года. Разделив эту величину на число рабочих и число месяцев в году, получаем фактические значения показателей специализации $K_c^ф$. Соотношение K_c и $K_c^ф$ по моделируемым уровням представлено в табл. 2.

Таблица 2

Значения	Уровни моделирования				
	1	2	3	4	5
K_c	20	16	14	12	10
$K_c^ф$	17,9	17,3	16,1	14,3	11,6

При моделировании уровня организации производства можно исходить из предпосылки, что план производства и выпуска деталей построен равномерно на протяжении года. Вместе с тем совершенно ясно, что план производства строится далеко не так равномерно, а выпуск подчас концентрируется по отдельным плановым отрезкам года. Однако учет этих обстоятельств при моделировании приводит к резкому усложнению задачи, увеличению расчетов и необходимости построения подетального календарного плана производства большой номенклатуры продукции. Соблюдение в производстве календарно-плановых нормативов (в первую очередь размеров партии $n^ф$ и длительности цикла) позволяет отказаться от учета фактора неравномерности. Для обоснования этого вывода докажем, что при фиксированных $n^ф$ число партий, запускаемых в производство при неравномерном распределении программы, не превышает их числа при равномерно распределенном плане. В общем случае количество партий предметов X_j по каждому наименованию, запускаемых для обеспечения программы j -го периода

$$X_j = \frac{\sum_1^{j-1} N + N_j}{n^ф} - X_{j-1}, \quad (5)$$

где N — потребность в деталях на период. Дробная величина X_j округляется в сторону ближайшего большего целого числа, что обуславливает правильный план запуска и обеспечение деталями последующей стадии.

Например, $N_{год} = 1200$ шт., $n^ф = 100$ шт., ежемесячная потребность $N = 100$ шт. При этих условиях $X_j = 1$ и $\sum X_i = 12$, т. е. в году имеют место 12 партий запусков. Пример неравномерного распределения плана при $N_{год} = 1200$ шт. и $n^ф = 100$ шт. представлен в табл. 3. Таким образом, при работе с установленными партиями $n^ф$ общее число запускаемых партий не зависит от степени равномерности плана, а определяется только соотношением годовой программы и размером партии. Постоянство числа

Т а б л и ц а 3

Обозначения	Месяцы года (периода)												Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
N_j	160		40		40	60		400		200	100	200	1200
$\sum_{j=1}^{j-1} N + N_j$	160		200		240	300		700		900	1000	1200	
X_j (расчетные)	1,6		0,4		0,4	0,6		4,0		2,0	1,0	2,0	
X_j	2,0		—		1,0	—		4,0		2,0	1,0	2,0	12

обрабатываемых партий обуславливает неизменность затрат на планирование и учет движения деталей в производстве.

Необходимость равномерной загрузки мощностей в условиях многономенклатурного серийного производства требует значительного опережения запуска по отношению к выпуску, что также направлено на ослабление степени влияния неравномерности плана применительно к распределению числа производственных работ по всей совокупности деталей в течение года.

Следовательно, с достаточной для практических расчетов точностью можно считать, что в целом по всей совокупности деталей, независимо от конкретного распределения программы, целесообразно при моделировании исходить из равномерного движения продукции по отдельным плановым отрезкам года и соответственно принимать для месяца $1/12$ среднегодовых значений показателей (трудоемкости изготовления, затрат на управление, производственных работ и т. д.), для квартала $1/4$ и т. д.

Переход от колеблющейся периодичности к постоянной среднегодовой по каждому наименованию деталей \bar{I} , которая определяется

$$\bar{I} = \frac{n\Phi \cdot 12}{N_{\text{год}}}, \quad (6)$$

позволяет по зависимостям [5] подсчитать стоимость внутрицехового незавершенного производства $H_{\text{в}}$ и межцеховых складских запасов $H_{\text{мц}}$. Длительность производственного цикла изготовления партии деталей определялась с учетом корреляционных связей между величиной, отражающей межоперационное пролеживание, и величиной $K_{\text{с}}$, приведенных в [1].

Результаты расчетов $H_{\text{в}}$ и $H_{\text{мц}}$ по всей номенклатуре деталей корпусного участка, а также коэффициенты $K_{\text{в}}$ и $K_{\text{мц}}$, характеризующие динамику изменения стоимости незавершенного производства по отношению к базе (первому уровню моделирования), представлены в табл. 4

Т а б л и ц а 4

Показатели	Уровни моделирования				
	1	2	3	4	5
$H_{\text{в}}$ (руб)	33336	33357	33516	34015	36543
$K_{\text{в}}$	1,0	1,005	1,01	1,025	1,095
$H_{\text{мц}}$ (руб)	55672	57681	59675	69200	77489
$K_{\text{мц}}$	1,0	1,055	1,07	1,24	1,39

Сравнение K_B и K_{MC} показывает, что при уменьшении K_C стоимость межцехового незавершенного производства увеличивается быстрее внутрицехового. Рост суммарной стоимости запасов свидетельствует о дополнительных капитальных вложениях, которые связаны с внедрением более высокого уровня организации производства при меньшем значении K_C . Для выявления степени влияния дополнительных капитальных вложений на изменение эффективности производства необходимо рассмотреть их взаимосвязь с затратами на управление и снижение трудоемкости при разных уровнях.

3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАТРАТ НА УПРАВЛЕНИЕ

С повышением уровня специализации рабочих мест сокращается число учетно-плановых единиц в производстве, число производственных работ, выполняемых на одном рабочем месте, и т. д. Эти сокращения обуславливают определенную экономию текущих расходов на управление производством в части затрат на планирование и учет движения продукции.

Анализ данных по заводу показал, что в среднем затраты по планированию и учету одной детали-партии по этапу плано-диспетчерский отдел — цех-изготовитель — цех-потребитель составляют 38 мин. и стоят (с учетом отчислений в соцстрах) 0,373 руб. Соответственно оформление одной производственной работы в цехе обходится в 27 мин. и стоит 0,3 руб. Зная по участку число производственных работ и детали-партий за год, перемножением можно получить затраты на управление и экономию, которые в итоговом виде представлены в табл. 5.

Таблица 5

Показатели	Уровни моделирования				
	1	2	3	4	5
Число производственных работ за год	18141	17521	16352	14457	11733
Число детали-партий за год	2540	2475	2290	2020	1648
Суммарные затраты					
час.	9670	9355	8715	7703	6278
руб.	6447	6240	5815	5133	4185
Экономия					
час.	0,0	315	955	1967	3392
руб.	0,0	207	632	1304	2262

Реальная экономия гораздо выше, так как высвобождение времени плано-учетного и линейного персонала позволяет более тщательно формировать программу, рационально загружать рабочие места, лучше использовать мощности и т. д. Однако на сегодня нет еще инструмента, позволяющего оценить все перечисленные выше составляющие и дифференцированно отнести их результаты за счет внедрения более высокого уровня специализации рабочих мест. Поэтому считается, что, как минимум, экономия равна снижению затрат по планированию и учету.

Важнейшая функция руководства работой участка — участие мастера в инструктаже и приемке первой детали при выполнении рабочим новой производственной работы. Чем больше размеры партий обрабатываемых деталей и время непрерывной загрузки, тем меньше переналадок и потребность в инструктаже со стороны мастера при смене работы. Количествен-

ные и качественные пропорции, возникающие в рассмотренной ситуации, когда один мастер обслуживает достаточное, но ограниченное число рабочих мест, хорошо описываются моделью, основанной на теории массового обслуживания [3, 6]. Основные результаты по расчету эффективности от снижения потерь, связанных с сокращением непроизводительных потерь, в обслуживании рабочих мест при моделируемых уровнях представлены в табл. 6. В последней строке ее дана динамика изменения удельного веса загрузки мастеров по обслуживанию рабочих мест. Из табл. 6 видно, что

Таблица 6

Показатели	Единица измерения	Уровни моделирования				
		1	2	3	4	5
Количество рабочих, нуждающихся ежедневно в обслуживании	чел.	33	32	29	26	22
Интервал поступления требований	час.	9,77	10,1	10,8	12,2	16,3
Длина очереди	чел.	2,0	1,5	1,0	0,5	0,0
Простои в год	час.	8400	6300	4200	2100	0,0
Экономия в год	руб.	0,0	790	1610	2400	3210
Загрузка мастера	проц.	80	75	60	45	35

темп снижения загрузки мастера выше темпа роста уровня специализации рабочих мест. Высвобождение времени загрузки мастеров (аналогично распродов и других категорий цехового персонала, связанных непосредственно с выполнением рабочими новых производственных работ) позволит еще более повысить эффективность управления.

4. МОДЕЛИРОВАНИЕ СНИЖЕНИЯ ТРУДОЕМКОСТИ ИЗГОТАВЛИВАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ

С ростом числа деталей в партии растут навыки рабочего и снижается трудоемкость. Так, по данным [7], снижение трудоемкости в результате «приноровления» рабочего составляет для токарных работ 11 — 22%, для фрезерных 12 — 20%, для сверлильных 14 — 23%. Влияние большого числа организационно-технических факторов на снижение трудоемкости требует очень корректного обоснования величины коэффициентов снижения трудоемкости. В серийном приборостроении, где вспомогательное время достигает 80% от общего времени обработки, рост специализированных навыков идет в первую очередь за счет сокращения затрат вспомогательного времени и превращения приноровительных движений в решительные. Снижение трудоемкости в результате роста навыков подчинено закону, математическая формализация которого имеет вид [7]

$$T_2^a = T_1 K_T^a, \quad (7)$$

где T_2^a — трудоемкость операции над предметом с порядковым номером 2^a ; T_1 — трудоемкость данной операции над первым предметом; K_T — коэффициент снижения трудоемкости. Согласно (7), задача сводится к обоснованию величины K_T . Для этого необходимо прежде всего установить наибольший предельный размер партии, при котором в условиях конкретного производства достигаются указанные выше границы снижения трудоемкости. За максимальный размер партии принят $n = 1024$ шт. (соответствует 2^{11}), так как увеличение свыше указанной границы не приводит практически к росту специализированных навыков, а число таких партий не превышает

2 — 5% от общего числа детали-партий участка. Тогда для партии деталей размером 2^a величина снижения трудоемкости (в процентах)

$$d = 100(1 - K_T^a). \tag{8}$$

На рис. 1 представлено семейство кривых снижения трудоемкости при увеличении партий для разных значений K_T . Кривыми ограничен весь указанный выше диапазон снижения трудоемкости — от 10 до 22,5%. Надо выбрать кривую с соответствующим коэффициентом K_T .

Сопоставление трудоемкости по отдельным видам обработки в приборостроении показывает, что

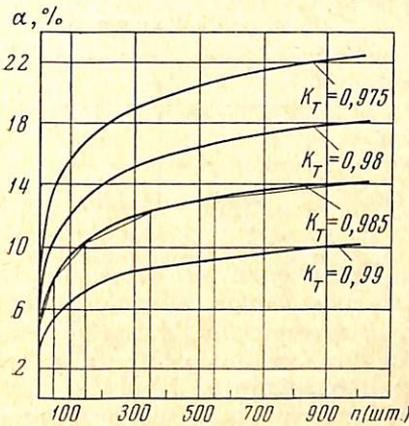


Рис. 1

Рис. 1. Зависимости снижения трудоемкости от увеличения партий обработки

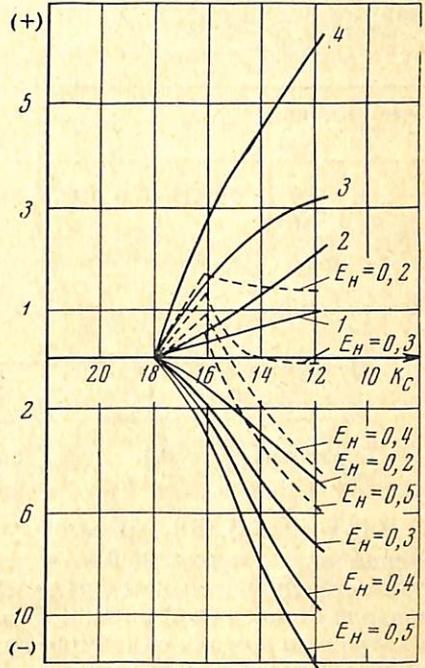


Рис. 2

Рис. 2. Условно-годовая экономия по приведенным затратам при разных E_n . (+) — экономия (тыс. руб); (—) — затраты (тыс. руб); пунктирная линия — суммарная условно-годовая экономия; 1 — трудоемкость; 2 — планирование и учет; 3 — простои; 4 — сумма (1 + 2 + 3)

удельный вес токарных работ равен 0,6; фрезерных 0,15; сверлильных 0,25. Тогда средневзвешенный минимальный процент снижения трудоемкости с учетом указанных выше границ равен $11 \cdot 0,6 + 12 \cdot 0,15 + 14 \cdot 0,25 = 11,9\%$. С учетом верхних границ снижения по средним значениям интервалов имеем $(11/2 + 22/2) \cdot 0,6 + (12/2 + 20/2) \cdot 0,15 + (14/2 + 23/2) \cdot 0,25 = 16,9\%$. Для того чтобы не зависеть эффективность, достаточно обоснованно можно взять величину снижения трудоемкости как половину минимального и среднего снижения, т. е. $11,9 + 16,9/2 = 14,4\%$. Этой величине d при увеличении партии соответствует кривая со значением $K_T = 0,985$. С учетом характера кривой ее можно разбить на пять диапазонов, концы которых соединить прямыми. Уравнение каждого из прямых отрезков этой ломаной имеет вид

$$d = d_0 + en, \tag{9}$$

где d_0 — исходный процент снижения трудоемкости данного диапазона кривой; e — коэффициент, характеризующий снижение трудоемкости при увеличении партии n .

Теперь для каждого из таких частичных диапазонов запишем

$$e = \frac{d_1 - d_0}{n_1 - n_0}, \quad (10)$$

где d_1 и n_1 — соответствующие значения для конечных границ диапазона; n_0 — размер партии начала диапазона. Так, например, значение $e = 0,141\%$ для первого диапазона означает, что при увеличении партии в данном диапазоне на 40 шт. дополнительное снижение трудоемкости бу-

Таблица 7

Размеры партий, шт.	1—50	50—150	150—350	350—550	550—1000	свыше 1000
e (в % на 1 шт.)	0,141	0,0185	0,00965	0,00375	0,002	0,001

Таблица 8

Показатели	Уровни моделирования				
	1	2	3	4	5
Нормо-час.	0,0	248	602	1080	1880
Руб.	0,0	132	320	565	1000

дет $0,141 \cdot 40 = 5,64\%$. В том случае, когда увеличение размеров партий обуславливает прохождение через несколько диапазонов, суммарное снижение определяется как сумма по каждому из интервалов. Например, при переходе от месячной партии $n = 80$ шт. к полугодовой $n = 480$ шт. имеем: во втором интервале снижение трудоемкости произойдет на 70 шт., в третьем на 200 шт. и в четвертом на 130 шт. Соответственно с этим суммарное снижение трудоемкости $\Sigma e = 0,0185 \cdot 80 + 0,00965 \cdot 200 + 0,00375 \cdot 130 = 3,9\%$. Средние коэффициенты снижения трудоемкости по интервалам размеров партий (диапазонам кривой) представлены в табл. 7. Итоговые расчеты снижения трудоемкости по всей совокупности деталей корпусного участка даны в табл. 8.

Полученные в пп. 2—4 результаты расчетов позволяют ответить на вопрос, какой уровень специализации рабочих мест наиболее эффективен для рассматриваемых условий производства.

5. ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО УРОВНЯ K .

Наиболее рациональным для конкретных условий производства следует считать такой уровень организации производства, который обеспечивает наибольшую экономию на приведенных затратах. Экономия на приведенных затратах определяется

$$\mathcal{E} = C - \Delta K E_n, \quad (11)$$

где C — экономия на текущих расходах по изготовлению продукции (снижение затрат по планированию и учету, простоям рабочих мест, трудоемкости); ΔK — дополнительные капитальные вложения (увеличение стоимости незавершенного производства); E_n — нормативный коэффициент эффективности дополнительных вложений (0,2 — 0,5 для машино-приборостроения), C и ΔK по каждому из моделируемых уровней уже получены.

Величины экономии на текущих расходах, затратах (дополнительных капитальных вложений) и условногодовой экономии по приведенным затратам по всем уровням моделирования при разных E_n представлены на рис. 2, откуда видно, что оптимальным для участка изготовления корпусных деталей является уровень организации производства с $K_c^{\Phi} = 16,1$.

Рассмотренное решение позволяет из большого числа допустимых результатов выбрать один, обеспечивающий наибольшую эффективность. Достижение и поддержание оптимального уровня организации осуществляется комплексом организационно-плановых мероприятий, важнейшие из которых — планирование и регулирование производства на базе календарно-плановых нормативов движения продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник календарно-плановых нормативов (Серийное производство). Л., 1963. (Ленинградский инж.-экон. ин-т).
2. Р. Л. Сатановский. Особенности продукции авиационного приборостроения и их влияние на организацию и экономику производства. В кн. Ленинградский инж.-экон. ин-т. Труды. Вып. 54. Л., 1966.
3. Р. Л. Сатановский. Опыт совершенствования оперативно-производственного планирования в серийном приборостроении. Л., 1967. (Дом научно-технич. пропаганды).
4. М. Я. Выгодский. Справочник по высшей математике. М., «Наука», 1966.
5. К. Г. Татевосов. Нормативные расчеты равномерного производства в серийном машиностроении. М.—Л., Машгиз, 1961.
6. Б. М. Генкин. Расчет оптимальных систем обслуживания оборудования и рабочих мест. Л., 1967. (Дом научно-технич. пропаганды).
7. Л. В. Барташов. Экономика технической подготовки серийно-поточного производства. Одесса, 1965. (ЦБТИ).

Поступила в редакцию
22 V 1967