

К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА НА РОСТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА

Э. Г. ЗУРАБОВ

(Чита)

В статье исследуется влияние размера партии изготавливаемой продукции на рост производительности труда.

Роль технического прогресса в производственной функции характеризуется показательным законом распределения [1].

На основании анализа опубликованных в [2] данных по росту производительности труда, а также собственных наблюдений, автор аппроксимирует влияние размера партии продукции на рост производительности труда к распределению Вейбулла, в пользу которого свидетельствуют соображения, изложенные ниже.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Рост производительности труда в период освоения продукции (производства) характеризуется показательной функцией, убывающей по времени [3].

Обозначим: V_t — объем продукции, произведенный за время t ; v_t — количество продукции, производимой в единицу времени при устойчивом серийном производстве по истечении времени T с начала отсчета времени; v_1 — количество продукции,

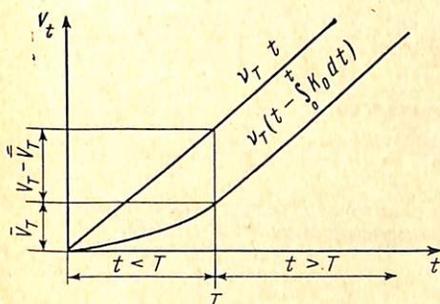


Рис. 1. Степень запаздывания

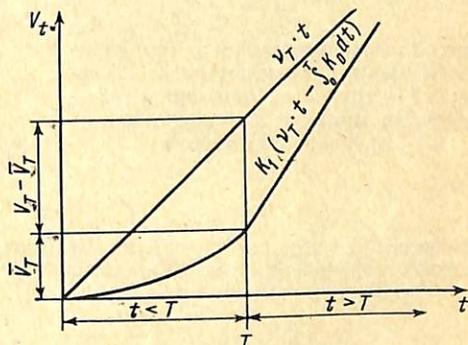


Рис. 2

производимой в единицу времени t при $t < T$; $(1 - k_0)$ — коэффициент снижения производительности труда в период освоения производства; T — время, необходимое на освоение производства.

Тогда объем продукции dV_t , произведенный за время dt , будет составлять (1)

$$dV_t = v_t dt = v_T (1 - k_0) dt,$$
откуда

$$V_t = v_T t - v_T \int_0^t k_0 dt, \quad \text{где} \quad v_T \int_0^t k_0 dt$$

характеризует степень запаздывания [3] (рис. 1).

По истечении T , т. е. после окончания периода освоения производства и наступления периода устойчивой работы, общее количество произведенной продукции за время $t = T$ будет

$$\bar{V}_T = v_T \cdot T - \int_0^T k_0 dt.$$

Определение практически v_T представляет существенные трудности, поэтому необходимо ввести k_1 , учитывающий неточность определения

$$\frac{v_T}{v_{T_1}} = k_1, \quad (2)$$

$$V_t = k_1 v_T \left(1 - \int_0^t k_0 dt \right)$$

при $k_1 > 1$ (рис. 2).

Из (1) $v_T k_0$ — непроизводительная часть продукции за счет снижения производительности труда в период освоения производства.

Положим: φ — коэффициент состояния основных фондов, организации системы управления производством, масштаба времени; t — текущее время; μ — коэффициент динамики роста производительности труда (обучаемости системы); γ — задел производства в единицах времени (производство полуфабрикатов, тренировка системы до начала работ).

Из соображений, приведенных выше, следует

$$-v_T dk_0 = \varphi (t + \gamma)^\mu v_T k_0 dt, \quad (3)$$

откуда

$$dk_0/k_0 = -\varphi (t + \gamma)^\mu dt \quad (4)$$

и

$$k_0 = e^{-\varphi \frac{(t + \gamma)^{\mu+1}}{\mu+1} + c}$$

Из начальных условий при $\gamma = 0$, $t = 0$: $v_t = v_t (1 - k_0) = 0$, $k_0 = 1$ и $c = 0$.

$$\text{Пусть } \beta = \mu + 1; \alpha = \frac{\varphi}{\beta} = \frac{\varphi}{\mu + 1};$$

подставляя в (4)

$$k_0 = e^{-\frac{(t + \gamma)^\beta}{\alpha}}, \quad (5)$$

приводим к виду распределения Вейбулла, для которого разработаны графические методы определения коэффициентов по экспериментальным данным [4].

Из (5) вытекает, что при

$$e^{-\frac{(t + \gamma)^\beta}{\alpha}} = 0 \quad v_t = v_T,$$

откуда $T \rightarrow 0$, когда $\gamma \rightarrow \infty$, $\beta \rightarrow \infty$ и $\alpha \rightarrow 0$, так как период освоения производства тем меньше, чем выше степень готовности производства, выше способность системы к обучению и лучше состояние основных фондов.

Таблица 1

№ п/п	Наименование операций		Рост производительности труда в процентах										
			Кварталы										
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Трудоёмкость производства машин	$v_{t0} = 100\%$	100	76,2	65,4	57,7	51,5	46,2	42,3	37,7	35,4	32,6	31,5
2		$v_{t10} = 100\%$	0,0	34,8	50,6	61,7	71,0	78,5	84,5	91,0	94,5	98,5	100
3		$v_{t10} = 85\%$	0,0	29,8	43,2	53,0	60,5	67,4	72,0	78,0	79,5	84,0	85
4		расчетный	0,0	29,2	44,0	54,4	62,3	67,2	73,3	77,5	80,4	84,8	85,6
5	Трудовые движения	$v_{t0} = 100\%$	100	88,5	82,3	86,9	72,3	69,5	66,9	65,4	63,9	62,3	61,5
6		$v_{t10} = 100\%$	0,0	29,9	46,0	60,0	72,0	79,1	86,0	90,0	93,6	97,4	100
7		$v_{t10} = 77\%$	0,0	23,0	35,4	46,2	55,0	61,0	66,0	69,0	72,2	75,5	77,0
8		расчетный	0,0	23,7	36,6	45,9	53,5	59,3	64,5	69,0	71,9	75,3	78,9
9	Трудовые приемы	$v_{t0} = 100\%$	100	91,0	86,2	82,3	77,8	75,8	73,9	71,5	70,0	68,5	68,0
10		$v_{t10} = 100\%$	0,0	28,1	43,1	55,4	69,6	75,5	81,5	89,0	94,6	98,5	100
11		$v_{t10} = 71\%$	0,0	20,0	30,7	39,2	49,5	54,0	58,5	63,5	67,0	70,0	71,0
12		расчетный	0,0	20,7	32,4	41,1	48,3	53,9	59,3	63,4	66,7	70,0	73,0

На рис. 3 представлены кривые снижения трудоемкости производства машин за период 2,5 года после начала производства, заимствованные из [2].

В строке 1 табл. 1 приведены данные по снижению трудоемкости производства машин в % (вычислено по графику рис. 3), а в строке 2 — рост производительности труда в %, полагая производительность труда, достигнутую к концу периода за 100%. В действительности производительность труда к концу периода будет состав-

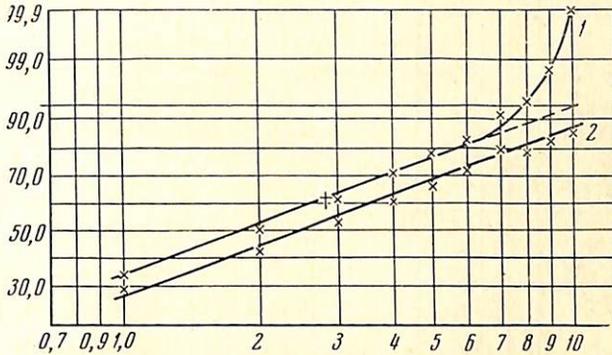


Рис. 4. 1 — рост производительности труда производства машин = 100%. Пунктиром показано выпрямление криволинейного участка графика. Первое приближение = 92%, последующие приближения не показаны. 2 — рост производительности труда при = 85,5%

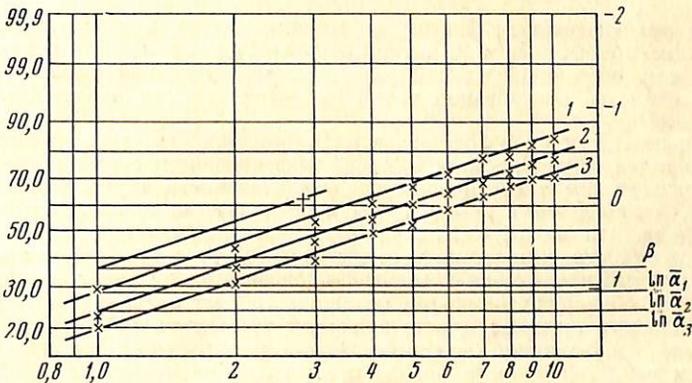


Рис. 5. График роста производительности труда производства машин за 2,5 года: 1 — производство машин; 2 — трудовые движения; 3 — трудовые приемы;

здесь $vt_{10} < 100\%$, величину которой определяем методом последовательных приближений таким образом, чтобы на вейбулловской вероятностной бумаге получилась прямая линия, как показано на рис. 4. Рост производительности труда при $vt_{10} = 85,5\%$ представлен в строке 3 табл. 1.

Параметры распределения Вейбулла (табл. 2) определены по методике, изложенной в [4].

Рост производительности труда для трудовых движений и трудовых приемов определен аналогичным способом, данные приведены в табл. 1, кривые на рис. 5.

В строках 4, 8 и 12 табл. 1 приведены для сравнения данные, полученные расчетно по коэффициентам, приведенным в табл. 2.

По методике НИИ труда [2] для расчета норм в машиностроении в зависимости от величины партии изделий применяется формула $T = c/n^x$, где T — нормативная трудоемкость на партию изделий; n — размер партии; x — постоянный коэффициент; c — базовая трудоемкость.

$$y = \frac{T}{c} = n^{-x},$$

откуда $dy = -xn^{-(x+1)}$, что соответствует (3) при $\varphi = -(\mu + 1)$.

По данным, приведенным в [3], построены табл. 3, график (рис. 6) и определены параметры распределения Вейбулла (табл. 2) для снижения затрат времени на вспомогательные работы при станочных работах и слесарно-сборочные работы при сборке машин на конвейере.

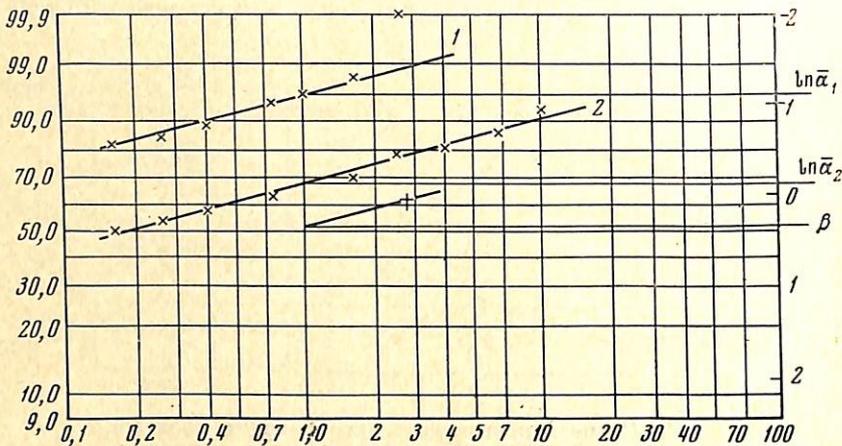


Рис. 6. График снижения нормативной трудоемкости в зависимости от величины партии изделий: 1 — слесарно-сборочные работы на конвейере при сборке машин; 2 — вспомогательное время при слесарно-сборочных работах

Наиболее знаменательным фактом, по мнению автора, в обоих примерах является постоянство коэффициента β , который определяет способность системы к обучению (угол наклона кривой на вейбулловской вероятностной бумаге), что свидетельствует о единстве организации труда на рабочем месте и управления производством в целом.

Коэффициент α для производства меньше, чем для его структурных подразделений, что является свидетельством большей эффективности совершенствования управления производством в повышении производительности труда. Кроме того, как видно из рис. 5, производительность труда в производстве машин достигает максимума в то время, как на отдельных участках производства еще имеются резервы снижения трудоемкости, вследствие чего дальнейший рост производительности труда на отдельных рабочих местах и звеньях производства не будет оказывать влияния на снижение общей трудоемкости, очевидно, за счет возникновения неустраняемых технологических простоев и заговаривания промежуточной продукции.

Приведенные соображения хорошо согласуются с практическим опытом, что является ценным свидетельством в пользу применения распределения Вейбулла.

Таблица 2

№ № п/п	Наименование видов работ	Масштаб времени	Коэффициенты			
			α	β	φ	μ
1	Трудоемкость производства машин	квартал	2,9	0,75	2,18	-0,25
2	Трудовые приемы	»	3,7	0,75	2,78	-0,25
3	Трудовые движения	»	4,3	0,75	3,23	-0,25
4	Вспомогательное время при слесарных работах	30 мин.	2,5	0,30	0,75	-0,70
5	Слесарно-сборочные работы	штук	0,8	0,30	0,24	-0,70
6	Строительные работы	30 мин.	3,1	0,65	2,02	-0,35

Таблица 3

№№ п/п	Наименование работ	Тип производства	Поправочные коэффициенты на нормативную трудоемкость																	
			Размер партии в штуках																	
			2	4	8	16	25	40	83	400	160	250	400	680	1000	1600				
1	Вспомогательное время при станочных работах, оперативное время 30 мин.	1,2	1,0	0,85	0,75	0,93	0,87	0,81	0,76	0,71	0,87	0,81	0,76	0,71	0,81	0,76	0,71	0,66		
2				1,00	1,00		1,07	1,00	0,93											
3		31	37	43	49	53	57	62	66	70	73	76	81	81	87	81	87	94	100	
4		30	35	42	48	55	57	63	68											
5																				
6	Слесарно-сборочные работы при сборке машин	1,1	1,1	1,05	1,00	0,95	0,90	1,05	1,00	0,98	0,94	0,94	0,94	0,98	0,94	0,94	0,98	0,94	0,97	
7						1,15	1,09	1,05	1,00											
8		74	77	81	86	89	89	94	96	98	98	100	100	100	100	100	100	100	100	
9		67	77	83	88	90	90	94	95	97	97	98	98	98	97	98	98	97	97	

Таблица 4

№№ п/п	Наименование	Измеритель	Продолжительность работы в минутах					
			≤ 30	30 < ≤ 120	120 < ≤ 240	240 < ≤ 420	> 420	
1	Средняя продолжительность работ	минут	13,5	74,2	170,5	314,0	1265,0	
2	Размер выборки (число наблюдений)	штук	27	36	20	13	30	
3	Производительность труда средняя	%	20,8	42,2	63,5	74,0	99,5	
4	То же по расчету	%	17,4	43,9	63,2	75,5	97,4	

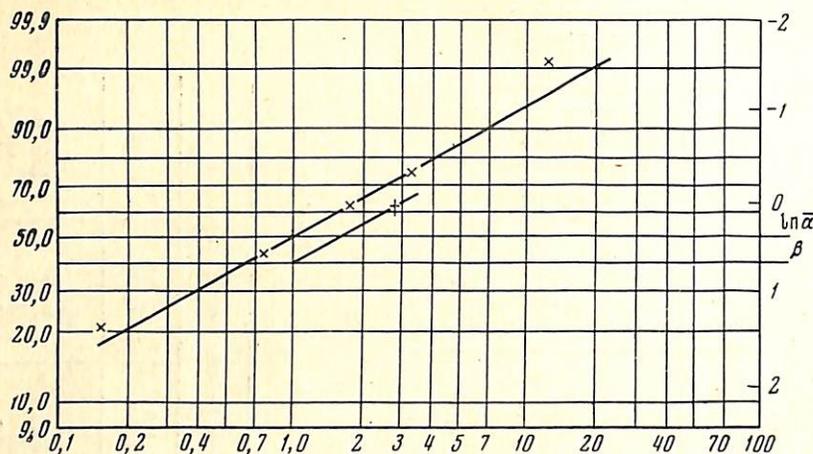


Рис. 7. График роста производительности труда для строительных работ в зависимости от продолжительности работ в одном месте (размер партии) в минутах

В табл. 4 представлены результаты наблюдений за ростом производительности труда в строительстве в зависимости от продолжительности выполнения работ (размер партии) в минутах. Используются результаты фотохронометражных наблюдений, проводимых с целью проверки и разработки норм. Кривые распределения представлены на рис. 7, параметры в табл. 2, где для сравнения принят размер партии 30 мин.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Э. Шляпентох. Эконометрика и проблемы экономического роста. М., «Мысль», 1966.
2. И. Шапиро. На все виды работ — обоснованные нормы. Социалистический труд, 1966, № 12.
3. В. И. Бурков, Б. Д. Ланда, С. Е. Ловецкий, А. И. Тейман, В. Н. Чернышов. Сетевые модели и задачи управления. М., «Сов. радио», 1967.
4. Д. Адамс. Оценка распределения отказов во времени. В сб. Обеспечение надежности полупроводниковых устройств. М., «Мысль», 1964.

Поступила в редакцию
6 III 1968