

**Зайцев А. В.**

к.э.н., доцент кафедры финансов и кредита

Сумский государственный университет

**Zaitsev, Oleksandr Vasylovych,**

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor Sumy State University,

Department of Finance and Credit,

Sumy, Ukraine.

**ЗАКОН УБЫВАЮЩЕЙ ОТДАЧИ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
АСПЕКТ БОЛЕЕ ПОДРОБНО  
LAW OF DIMINISHING RETURNS: TECHNOLOGICAL ASPECT IN  
MORE DETAIL**

*В статье рассмотрена проблема применения закона убывающей отдачи в условиях промышленного предприятия. Автор статьи получил результаты, которые не совпадают с общей точкой зрения. Исследования показали, что возрастание общего объёма производства осуществляется не только по «типичной кривой», и что после достижения максимального уровня производства продукции дальнейшего количественного падения производства нет. Сделан вывод о том, что этот закон не является универсальным экономическим законом.*

**Ключевые слова:** закон убывающей отдачи, промышленное предприятие, объем производства, технология, станочная операция, количество труда.

*У статті розглянута проблема застосування закону спадної віддачі в умовах промислового підприємства. Автор статті отримав результати, які не збігаються з загальною точкою зору. Дослідження показали, що зростання загального обсягу виробництва здійснюється не тільки за «типовою кривою», і що після досягнення максимального рівня виробництва продукції подальшого*

кількісного падіння виробництва немає. Зроблено висновок про те, що цей закон не є універсальним економічним законом.

**Ключові слова:** закон спадної віддачі, промислове підприємство, обсяг виробництва, технологія, верстатна операція, кількість праці.

*The article considers the problem of the use of the law of diminishing returns for industrial enterprises. The law of diminishing returns does not apply to an industrial enterprise. The author received the results, which do not coincide with the general opinion. Studies have shown that an increase in the total volume of production is carried out not only in a «typical of the curve». Studies have shown that the production does not decrease after reaching the maximum production amount. It is concluded that this law isn't the universal economical law.*

**Key words:** law of diminishing returns, industrial enterprise, volume of production, technology, machine operation, the amount of labour.

**Постановка проблеми.** Эта статья является тематическим продолжением ранее опубликованной статьи под названием «Закон убывающей отдачи с позиций трудозатратной стоимости» [1]. В статье [1] было критически рассмотрено обоснование закона убывающей отдачи в трактовке авторов учебника «Экономикс» Кэмпбэлл Р. Макконнела и Стэнли Л. Брю [2, с. 47-50]. Авторы учебника ответ на поставленный ими вопрос, — каким образом будет изменяться объём производства, по мере того как всё большее и большее количество переменных ресурсов будет присоединяться к фиксированным ресурсам фирмы, — объясняют и обосновывают законом убывающей отдачи.

«Издержки производства какого-либо продукта данной фирмой зависят не только от цен необходимых ресурсов, но и от технологии — от количества ресурсов, которое необходимо для производства. Именно это, то есть технологический аспект формирования издержек, и интересует нас в данный момент. В течение краткосрочного периода фирма может изменить объём производства путём соединения изменяющегося количества ресурсов с

фиксированными мощностями. Вопрос: каким образом будет изменяться объём производства, по мере того как всё большее и большее количество переменных ресурсов будет присоединяться к фиксированным ресурсам фирмы?» [2, с. 47]. Так начинается подраздел «Издержки производства в краткосрочном периоде» раздела «Издержки производства» Главы 24 широко известного учебника «Экономикс» [2]. Вот и мы в этой статье рассмотрим этот же вопрос. Но, не принимая беспартийно на веру ставшими общепринятыми результаты, проведём их независимую проверку, то есть проведём исследование самостоятельно и сравним полученные свои результаты с представленными результатами, обнародованными авторами Кэмпбэллом Р. Макконнелом и Стэнли Л. Брю в их «Экономиксе».

Далее по тексту «Экономикса». «В самой общей форме ответ на этот вопрос даёт закон убывающей отдачи ... . Этот закон утверждает, что, *начиная с определенного момента, последовательное присоединение единиц переменного ресурса (например, труда) к неизменному, фиксированному ресурсу (например, капиталу или земле) даёт уменьшающийся добавочный, или предельный, продукт в расчете на каждую последующую единицу переменного ресурса* (выделено в [2, с. 47]).

Иначе говоря, если количество рабочих (подчёркнуто автором статьи), обслуживающих данное машинное оборудование, будет увеличиваться, то рост объёма производства будет происходить все медленнее, по мере того, как больше рабочих будет привлекаться к производству» [2, с. 47].

В предыдущих двух абзацах, которые являются единой текстовой цитатой, следует обратить внимание на то, что «...*единиц(ей) переменного ресурса (например, труда)...*» авторы «Экономикс» считают одного рабочего. Это явно видно из текста в последнем абзаце (см. выше), где этот момент в тексте подчёркнут автором статьи. Следовательно, количество «...*единиц переменного ресурса (например, труда)...*» соответствует количеству рабочих: — один рабочий равен одной единице труда, два рабочих равны двум единицам труда и так далее. О том, что такое предположение у них имеет

место, авторы «Экономикс» указывают сами. «Следует подчеркнуть, что закон убывающей отдачи основан на предположении, согласно которому все единицы переменных ресурсов — все рабочие в нашем примере — качественно однородны» [2, с. 48].

**Анализ последних исследований и публикаций.** Как правило, во всех научных и учебных источниках закон убывающей отдачи объясняется с помощью примера из сельскохозяйственного производства. Довольно часто таким объяснением все обоснования и заканчиваются. А вот объяснение и обоснование с помощью примера из несельскохозяйственных отраслей — относительно редкое явление, и этому есть своё объяснение, но такое объяснение будет дано в выводах этой статьи. А пока обращаем внимание, что в «Экономиксе» есть такое утверждение: «Закон убывающей отдачи применим (!) также и к несельскохозяйственным отраслям» [2, с. 48].

Авторы «Экономикса» логически (!) (но не на основе наблюдений за реальными производственными процессами) объясняют суть закона убывающей отдачи на примере производственной деятельности маленькой столярной мастерской, изготавливающей деревянные рамы для мебели [2, с. 48]. Числовая иллюстрация закона убывающей отдачи представлена в таблице 24-1 (номер таблицы такой же, какой дан в учебнике «Экономикс»). Вот эта таблица.

Таблица 24-1. — Закон убывающей отдачи (гипотетические данные) [2, с. 48]

(1) Вложения переменных ресурсов труда, количество рабочих	(2) Общий объём производства, шт.	(3) Предельная производительность $\Delta 1/\Delta 2$ , шт.	Средняя производительность (2)/(1), шт.
0	0	—	—
1	10	10 Возрастающая предельная отдача	10
2	25	15 Возрастающая предельная отдача	12 и 1/2
3	37	12 Убывающая предельная отдача	12 и 1/3
4	47	10 Убывающая предельная отдача	11 и 1/4
5	55	8 Убывающая предельная отдача	11
6	60	5 Убывающая предельная отдача	10
7	63	3 Убывающая предельная отдача	9
8	63	0 Убывающая предельная отдача	7 и 7/8
9	62	-1 Отрицательная предельная отдача	6 и 3/9

На основе данных из табл. 24-1 в «Экономиксе» построено графическое изображение закона убывающей отдачи, см. рис. 24-2а (номер рисунка такой же, какой дан в учебнике «Экономикс») [2, с. 49].

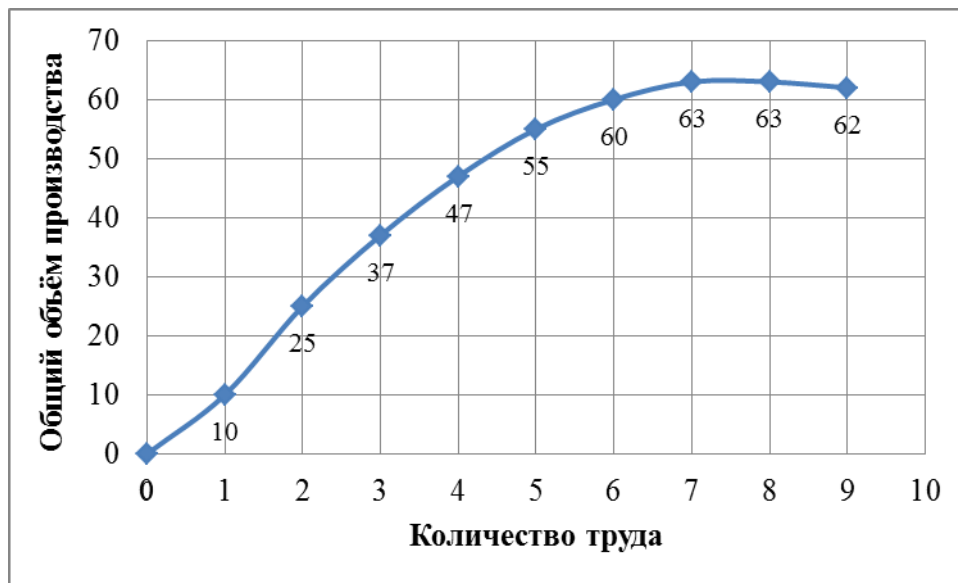


Рисунок 24-2а. — График закона убывающей отдачи по данным из табл. 24-1.

Обращаем внимание, что в таблице 24-1 даны гипотетические (!) данные. Возникают вполне обоснованные опасения, что любую «картинку» взаимозависимости можно показать, подбирая такие «гипотетические» данные, которые всегда проиллюстрируют любую «заранее не избранную» зависимость. И важно заметить. Нигде и никогда, в каких-либо экономических или технических источниках, сам не встречал и не встречал упоминаний у других исследователей о данных, взятых из практического эксперимента на конкретном производстве, представляющих базу технико-экономических показателей, которые бы иллюстрировали взаимозависимость между меняющимся трудовым фактором (количеством рабочих) и фиксированным количеством капитала (станочное оборудование), подтверждающих «картинку», декларируемую таблицей 24-1. Сделать такой эксперимент технологически и организационно достаточно просто, гораздо проще, чем в аграрном производстве. Однако в сельском хозяйстве такой эксперимент имел место, а для любого иного производства, кроме аграрного, о проведении таких экспериментов нигде и никем не сообщается. Альфред Маршалл, основатель экономической теории, которую впоследствии стали именовать «Экономикс»,

обосновывая тенденцию убывающей отдачи для условий сельскохозяйственного производства, ссылался на такой эксперимент, зарегистрированный на опытной станции в Арканзасе (США) в 1889 г. [3, с. 225].

**Постановка задачи.** Однако вернёмся к примеру, описывающему производственную деятельность маленькой столярной мастерской, изготавливающей деревянные рамы для мебели. В «Экономиксе» характеристика этого предприятия дана всего одним предложением. «В мастерской имеется определённое количество оборудования — токарных и строгальных станков, пил и т. п. [2, с. 48]». Ни слова о том, сколько станков, каковы их технические характеристики и производственные возможности (производственная мощность). Далее в «Экономиксе» следует описание производственной деятельности, но не в виде процесса, а в виде результатов, которые и заносятся в табл. 24-1. Ни малейшего обоснования того, как возникают производственные показатели, впоследствии внесённые в табл. 24-1, не приводится. А возникают эти показатели исключительно от используемых при производстве изделия станков и диктуемой этими станками технологии. Напоминаю, что в начале второго подраздела, который называется «Издержки производства в краткосрочном периоде», сказано: «Издержки производства какого-либо продукта данной фирмой зависят не только от цен необходимых ресурсов, но и от технологии (!)...» [2, с. 47]. Задекларированная в начале изложения второго подраздела технологическая обоснованность производственных показателей в дальнейшем в тексте этого подраздела нигде не рассматривается и нигде не увязывается с результатами производства. Этот недостаток мы и попытаемся исправить. Это и является целью исследований в рамках нашей статьи.

В продолжение и на основании статьи [1], а также и в этой, предлагаемой вашему вниманию статье, проведены расчёты в технолого-операционной взаимосвязи и в технико-производственном взаимодействии рабочих (переменного ресурса, т. е. труда) и станочного оборудования (постоянного ресурса, т. е. капитала) в процессе изготовления изделий.

Нами взяты так же, как и в «Экономиксе», гипотетические характеристики производственного процесса применительно к той же условной маленькой мебельной фирме, упомянутой в «Экономиксе». Однако, отличие расчётов в статье [1], так же как и в нашей статье, от расчётов, представленных «Экономиксом» в таблице 24-1, в том, что наш расчёт жёстко связан с производственно-техническими характеристиками станков. Именно такой подход и связывает результаты производства с технологическим процессом, и потому полученные результаты максимально приближены к реальным. Рабочие, изготавливающие продукцию (мебельные рамки), жёстко встроены в технологию станочного производственного процесса, что не допускает даже предполагать, что в данном производственном процессе может быть не связанная с техпроцессом произвольно взятая взаимосвязь между трудом и капиталом.

**Изложение основного материала исследования.** Конкретизируем количество станков. В упомянутой столярной мастерской имеются в наличии три станка. Первый станок — дисковая электропила, второй станок — строгальный, третий — токарный. Других станков нет. Каждый из станков характеризуется своими техническими показателями (смотри [1]) и участвует в производственном процессе так, как это указано в табл. 1.

Таблица 1. — Технологический процесс изготовления ОДНОГО изделия ОДНИМ РАБОЧИМ (одно изделие — мебельная рама из 10-ти деталей)

№ производственной операции. Характеристика операции	Время изготовления 10-ти деталей для одного изделия (мин)
1. Рабочий работает на электропиле	150
2. Рабочий переходит к следующему станку и перевозит заготовки на тележке	5
3. Рабочий работает на строгальном станке	120
4. Рабочий переходит к следующему станку и перевозит заготовки на тележке	5
5. Рабочий работает на токарном станке	60
6. Рабочий переходит в зону сборки и перевозит заготовки на тележке	5
7. Сборка изделия	30
На изготовление одного изделия рабочий затрачивает	375
8. Переход рабочего на начало технологического процесса, к операции 1	5

(переход к работе на электропиле)*	
Всего, затраты времени на одно изделие	380

\*С момента начала работы над одним и по счёту над первым изделием и до окончания изготовления этого первого изделия технологически затрачивается 375 минут, однако, чтобы продолжить производственный процесс и начать изготовление второго изделия, рабочему необходимо время для перехода к станку на начало технологического процесса, т. е. перейти к станку — электропиле. После изготовления первого изделия и при изготовлении последующих изделий, такой переход будет иметь место практически всегда, поэтому, эти 5 минут, — время перехода рабочего к операции 1, — присоединяем ко времени изготовления каждого изделия.

Итак, приводим полное описание расчётов выпуска изделий за одни сутки работы по изготовлению мебельных рамок при задействовании в производство количества рабочих от одного и более.

**1. Использование одного рабочего.** Привлечение одного рабочего предполагает только один вариант его участия в процессе производства.

**Вариант для одного рабочего.** Как видно из табл. 1, через 380 мин после начала работы одно изделие готово. Однако рабочий день не закончился. При условии 8-ми часового рабочего дня из 480 минут ( $8 \text{ часов} \cdot 60 \text{ мин.} = 480 \text{ мин}$ ), отведенных на работу для любого рабочего, прошло 380 минут и появилось первое изделие. В оставшиеся 100 минут рабочий начинает изготовление следующего изделия и продолжает работу на первой операции — на электропиле. Следующий рабочий день этот рабочий начнёт с работы на той же первой операции, — работы на электропиле и будет работать на ней ещё 50 минут, а далее, последовательно по операциям, как указано в табл. 1.

Но вернёмся к первому дню. В итоге, в конце первого рабочего дня, один рабочий изготовит одно изделие и начинает изготовление второго. На изготовление второго изделия в первый день будет потрачено 100 минут из 380 необходимых на второе изделие. Можем констатировать, что за один рабочий день один рабочий при указанной оснащённости мастерской изготавливает первое изделие полностью. А также ещё часть второго изделия (часть в виде производства заготовок для второго изделия), т. е. можем записать, что за один 8-часовой рабочий день **ОДИН РАБОЧИЙ** изготавливает 1,263 изделий (показатель — 0,263 изделия, получается из деления 100 мин. на 380 мин.).



**2. Использование двух рабочих.** Привлечение двух рабочих предполагает три организационно-технологических варианта их участия в процессе производства.

**1-й вариант для двух рабочих.** Рабочие включаются в производство последовательно. Другими словами, второй рабочий выполняет все операции в такой же последовательности, как и первый рабочий, но второй не начинает с начала, а продолжает их выполнять после окончания смены первым рабочим. Во времени это выглядит так. Первый рабочий начинает работу в 7-00 и работает до 16-00. График его работы включает 8 часов (480 мин.) — выполнение производственных операций и 1 час (60 мин.) — перерыв. Вторым рабочим начинает работу в 16-00 и работает до 1-00 следующих суток с таким же по структуре временным графиком работы, как и у первого. За первые сутки двумя рабочими вместе будет изготовлено 2,53 изделий. В следующие рабочие сутки первый рабочий с 7-00 утра продолжит с операции, на которой завершил свою работу второй рабочий и далее всё продолжается как по графикам их работы, так и по последовательности операций. Во вторые сутки будет изготовлено также 2,53 изделий, а за первые и вторые сутки вместе — 5,06 изделий.

**2-й вариант для двух рабочих.** Рабочие включаются в производство параллельно. Это выглядит так. Первый рабочий начинает свою смену с выполнения операции № 1 на электропиле (в 7-00 утра) и работает 150 минут, после чего выполняет последующие операции в соответствии с порядком производственных операций (табл. 1). Вторым рабочим начинает свою смену на 150 минут позднее относительно первого рабочего (в 9-30 утра) и далее работает в таком же технологическом порядке, как и первый. При такой организации труда и первый и второй рабочие изготавливают каждый за одну 8-часовую рабочую смену по 1,263 штук изделий. Вместе это равно 2,53 изделий за одни рабочие сутки. График работы для первого рабочего с 7-00 до 16-00, для второго с 9-30 до 18-30.

Как видим, по производительности первый и второй варианты идентичны.

Однако, второй вариант физиологически и социально предпочтительнее, т. к. исключает работу в ночное время.

**3-й вариант для двух рабочих.** Рабочие включаются в производство параллельно-последовательно. Применительно к указанной технологии это выглядит так. В первый день начинает работать первый рабочий (в 7-00) и выполняет исключительно одну и только первую станочную операцию в течение рабочей смены. В первые 150 минут первый рабочий создаёт технологический задел для начала выполнения работы вторым рабочим. В 9-30 начинает работать второй рабочий. Первый рабочий продолжает работать только на первой операции, а второй, начиная со второй операции и продолжает производство каждого изделия отдельно (единично) до его полной готовности. По времени второй рабочий изготовит изделие через 230 минут после начала работы (сумма времени на операции со 2-й по 8-ю включительно, см. табл. 1). Затем, ещё через 230 минут, будет готово 2-е изделие. За оставшееся время до конца первой смены (до 18-30), а это 20 минут, второй рабочий начнёт изготовление третьего изделия и выполнит его в количестве 0,09 от общего объёма времени на его изготовление (20 минут от 230 минут). В итоге, к концу первого дня двумя рабочими будет изготовлено 2,09 готовых изделий.

Такие же результаты будут в конце каждого дня (смены). Добавим, что начиная со второго дня (смены) второй рабочий может работать с 7-00 и до 16-00, т. е. по такому же графику, как и первый, или по любому другому графику, лишь бы в каждые рабочие сутки он работал по 8 часов.

Сравнительный анализ показывает, что при использовании ДВУХ РАБОЧИХ при данной технологии лучшим является второй вариант — изготовление 2,53 изделия за сутки.

**3. Использование трёх рабочих.** Привлечение трёх рабочих предполагает три организационно-технологических варианта их участия в процессе производства.

**1-й вариант для трёх рабочих.** Рабочие включаются в производство

последовательно. С точки зрения графика выхода на работу это выглядит так. Первый рабочий начинает с 7-00 первого дня и заканчивает в 16-00 этого же дня. Второй работает с 16-00 и до 1-00 следующих суток, третий с 1-00 и до 10-00 следующего утра. Как видим, классическая последовательность выполнения работы тремя рабочими, исходя из временной последовательности, не выполняется. Начиная с 7-00 и до 10-00 следующего дня, в течение 3-х часов возникает параллельная работа первого и третьего рабочих. Однако, технологически это возможно, так как операции у них в эти 3 часа совершенно разные, рабочие не пересекаются технологически и, поэтому, не могут мешать друг другу. Следует считать такую 3-х часовую параллельность особенностью конкретно этого но, преимущественно всё же последовательного построения производственного процесса. Напоминаем, что каждый последующий рабочий продолжает процесс изготовления изделия с момента операции, на которой завершил работу предыдущий рабочий. Итак, каждым из трёх рабочих будет выполнено по 1,263 изделия за смену, что в целом за сутки позволяет изготовить 3,789 изделий.

**2-й вариант для трёх рабочих.** Рабочие включаются в производство последовательно-параллельно. Это выглядит так. Первый рабочий начинает свою смену с выполнения операции № 1 на электропиле (в 7-00 утра) и работает 150 минут (2 часа 30 минут), после чего выполняет последующие операции в соответствии с порядком производственных операций (табл. 1). Второй рабочий начинает свою смену на 150 минут позднее относительно первого рабочего (в 9-30 утра) и далее работает в таком же технологическом порядке, как и первый. Окончание работы у второго рабочего в 18-30. Третий рабочий начинает свою смену на 150 минут позднее относительно второго рабочего (в 12-00) и далее работает в таком же технологически-операционном порядке, как и первый и второй. Окончание работы у третьего рабочего в 21-00. При такой организации труда и первый и второй и третий рабочие изготавливают каждый за одну 8-часовую рабочую смену по 1,263 штук изделий. Вместе это составляет 3,789 изделий за одни рабочие сутки.

Как видим, по производительности первый и второй варианты идентичны. Однако, для рабочих, второй вариант физиологически и социально предпочтительнее, т. к. исключает работу в ночное время.

**3-й вариант для трёх рабочих.** Рабочие включаются в производство параллельно-последовательно. Применительно к указанной технологии это выглядит так. С 7-00 в первый день начинает работать первый рабочий и выполняет исключительно одну и только первую операцию в течение всей своей рабочей смены. Во второй, третий и все последующие дни (смены) первый рабочий работает только на первой операции. Второй рабочий начинает свою работу не в первый, а во второй день и выполняет только вторую и третью операции. Первый и второй рабочие создают технологический задел для выполнения работы третьим рабочим и работают каждый день с 7-00 до 16-00 исключительно каждый на своей операции: — первый рабочий — на первой операции, второй рабочий на второй и третьей операциях. На следующий (третий) день начинают работать три рабочих одновременно (с 7-00). Первый рабочий продолжает работать только на первой операции, второй — только на второй и третьей, а третий, начинает с четвёртой операции и продолжает производство каждого изделия отдельно (единично) до его полной готовности. По времени третий рабочий получит первое готовое изделие через 105 минут после начала работы (сумма времени на операции с 4-й по 8-ю включительно, см. табл. 1). Затем, ещё через 105 минут, будет готово 2-е изделие. Ещё через 105 минут, будет готово 3-е изделие, и ещё через 105 минут будет готово 4-е изделие. За оставшееся время до конца смены (до 16-00), а это — 60 минут, третий рабочий начнёт изготовление пятого изделия и выполнит его в количестве 0,57 от общего объёма времени на его изготовление (60 минут от 105 минут). В итоге, к концу третьего дня тремя рабочими будет изготовлено 4,57 готовых изделий. Обращаем внимание, что 4,57 готовых изделий сделано тремя рабочими в конце третьих суток считая время от начала работы первым рабочим. При этом первый рабочий проработал три дня (три смены, по одной смене в сутки), второй рабочий проработал два дня (две смены, по одной смене

в сутки) и третий рабочий проработал один день (одну смену за одни сутки). Как в данном случае посчитать среднее количество изделий за одни сутки, изготовленное этими тремя рабочими? Казалось бы, деление 4,57 готовых изделий на количество суток их изготовления (3 суток), что составляет в среднем 1,52 изделия в сутки, даёт нам показатель, сопоставимый с показателями в предыдущих вариантах. Однако это не так. Подсчёт количества изделий изготовленных за 4 дня (суток) составил 9,14 изделий, а за 5 дней (суток) — 13,71 изделий. Если подсчитывать среднесуточное количество готовых изделий по итогам выпуска в конце третьего дня, то получаем 1,52 изделия в сутки, если по итогам выпуска в конце четвёртого дня, то получаем 2,29 изделия в сутки, по итогам выпуска в конце пятого дня, получаем среднесуточный выпуск 2,74 изделия в сутки. А есть ещё результаты и в конце шестых и в конце последующих суток. И нет никакой уверенности, что результат 2-го варианта изготовления в 3,789 изделий за одни рабочие сутки является лучше, чем 3-й вариант, т. к. не знаем, как подсчитать данный 3-й вариант.

Однако появляется методическая обоснованность и методологическое понимание механизма расчёта среднесуточного выпуска изделий при параллельно последовательном виде движения предметов труда для данного 3-го варианта при использовании трёх рабочих, если воспользоваться пониманием сути процессов — «технологический цикл» и «производственный цикл».

**Производственный цикл** изготовления изделия (партии изделий) представляет собой календарный период нахождения его (её) в производстве от момента запуска исходных материалов и полуфабрикатов в производство до получения готового изделия или готовой партии изделий.

Время выполнения основных операций обработки изделий составляет **технологический цикл** и определяет время, в течение которого осуществляется воздействие человека на предмет труда, см. табл. 1. Следовательно, в нашем примере, существует технологический цикл первой

операции, а также, и второй, и третьей, и четвёртой. Первая операция (150 мин.) включает изготовление партии заготовок (из десяти деталей) из которых после их обработки на последующих операциях производится одно готовое изделие (деревянная рамка для мебели). Первая из операций самая продолжительная по сравнению с последующими, поэтому она является основной, ориентируясь на которую выстраивается производственный цикл.

Нас интересует продолжительность технологического цикла первой операции, в течение которой изготовление партии заготовок из десяти деталей составит кратное количество по отношению к количеству рабочих смен. Это означает следующее. Продолжительность рабочей смены (дня) составляет 480 минут (8 часов). Продолжительность обработки партии заготовок из десяти деталей 150 минут. Следовательно, в продолжение одной рабочей смены будет изготовлено три полных партии и на это будет потрачено 450 минут. До окончания смены остаётся 30 минут, в течение которых будет начата работа над четвёртой партией. А в целом, за первый день (смену) технологического цикла первой операции изготовили 3,2 партии заготовок. Во второй день (смену) продолжается работа над четвёртой партией и завершается её изготовление, также, завершается изготовление 5-й и 6-й партий полностью и начинается работа над 7-й партией. В конце второго дня (смены) за два дня вместе будет изготовлено на первой операции 6,4 партий заготовок. Так вот, необходимо найти то количество смен (дней) в продолжение которых будет обработано целое количество партий заготовок. Расчёты показывают, что технологический цикл первой операции равен пяти сменам (дням). Это легко проверить. Фонд рабочего времени за пять смен (рабочих дней) равен 40 часам или 2400 минут. И если обработка одной партии заготовок на первой операции занимает 150 минут, то за 2400 минут будет обработано ровно 16 партий без всяких десятых и сотых в этом показателе. Таким образом, пять дней (смен) — это такая продолжительность технологического цикла первой операции в течение которой изготовление партии заготовок из десяти деталей составит кратное количество по отношению к количеству рабочих смен (рабочих смен ровно

пять, а партий заготовок ровно 16). В каждые следующие 5 дней (смен) такой технологический цикл будет повторяться. Конец каждой пятидневки (каждой пятисменки) становится базой, от которой в сторону первого дня (смены) выстраиваются все последующие операции. Этим обеспечивается параллельность выполнения последующих технологических циклов. А от базы в сторону увеличения рабочих дней (смен) достраиваются последовательно операции для обработки последней партии. Время базового технологического цикла и продолжительность последовательно достроенных к базе остальных операций в сумме и определяют **производственный цикл** для партии из 16 изделий. В нашем примере (табл. 1) производственный цикл равен пяти дням (сменам) и 240 минутам, то есть, — 5,5 дням, (сменам).

Это означает, что для сравнения показателей посуточного выпуска изделий нужно брать срок 5,5 дней (смен) и количество изготовленных изделий 16 штук. Таким образом, среднесуточный выпуск в 3-м варианте для трёх рабочих составляет 2,91 готовых изделий.

Сравнительный анализ показывает, что при использовании ТРЁХ РАБОЧИХ при данной технологии лучшим является второй вариант (последовательно-параллельное включение трёх рабочих в производство) — 3,789 изделий за одни рабочие сутки.

**4. Использование четырёх рабочих.** Привлечение четырёх рабочих предполагает теоретически и практически два организационно-технологических варианта их участия в процессе производства (2-й и 3-й).

**1-й вариант для четырёх рабочих** (*технически и технологически не возможен*). Рабочие включаются в производственный процесс последовательно. С точки зрения графика выхода на работу это выстроить невозможно. При задействовании в рабочем процессе четырёх и более рабочих их последовательное производственное использование становится невозможным, так как с точки зрения последовательности графиков выхода на работу это выстроить невозможно, так же и с технологически-производственной точки зрения рабочие будут, выполняя свою операционно-

технологическую цепочку, «натыкаться во времени» на используемый другим рабочим станок.

**2-й вариант для четырёх рабочих.** Рабочие включаются в производство параллельно. Это выглядит так. Первый рабочий начинает свою смену в 7-00 утра с выполнения операции № 1 на электропиле и работает 150 минут, после чего продолжает выполнять последующие операции в соответствии с порядком производственных операций (табл. 1). Второй рабочий начинает свою смену на 150 минут позднее относительно первого рабочего (в 9-30 утра) и далее работает в таком же технологическом порядке, как и первый. Окончание работы у второго рабочего в 18-30. Третий рабочий начинает свою смену на 150 минут позднее относительно второго рабочего (в 12-00) и далее работает в таком же технологически-операционном порядке, как и первый и второй. Окончание работы у третьего рабочего в 21-00. Четвёртый рабочий начинает свою смену на 150 минут позднее относительно третьего рабочего, в 14-30, и далее работает в таком же технологически-операционном порядке, как и первый, и второй, и третий. Окончание работы у четвёртого рабочего в 23-30.

При такой организации труда каждый из четырёх рабочих за одну 8-часовую рабочую смену изготавливают по 1,263 штук изделий. Вместе это составляет 5,052 изделий за одни рабочие сутки.

**3-й вариант для четырёх рабочих.** Рабочие включаются в производство параллельно-последовательно. Применительно к указанной технологии это выглядит так. С 7-00 в первый день начинает работать первый рабочий и выполняет исключительно одну и только первую операцию в течение всей своей рабочей смены. Во второй, третий и все последующие дни (смены) первый рабочий работает только над выполнением первой операции. Вторым рабочим начинает свою работу не в первый, а во второй день и выполняет только вторую и третью операции. Первый и второй рабочие создают технологический задел для выполнения работы для третьего и четвёртого рабочих и работают каждый день с 7-00 до 16-00 исключительно каждый на своей операции: — первый рабочий на первой операции, — второй рабочий на



второй и третьей операциях. На следующий (третий) день работают только упомянутых выше два рабочих одновременно и параллельно по графику с 7-00 до 16-00. Третий рабочий начинает работать с четвертого дня (смены) с 8-50 и до 16-00, а в последующие дни с 7-00. Третий рабочий выполняет четвертую и пятую операции ежедневно (ежесменно), начиная с 4-го дня и до окончания производственного цикла. Четвертый рабочий начинает рабочий процесс с 8-00 в пятый день с выполнения шестой операции и продолжает производить сборку каждого изделия отдельно (единично) до его полной готовности: — по 40 минут на сборку каждого изделия (сумма времени на операции с 6-й по 8-ю включительно, см. табл. 1). Четвертый рабочий работает 5-й день и половину шестого дня и собирает за это время 16 готовых изделий. Через 5,5 дней (смен), так же, как и для случая в 3-ем варианте для трёх рабочих, заканчивается производственный цикл изготовления партии из 16 готовых изделий. Следовательно, среднесуточный выпуск в 3-м варианте для четырёх рабочих составляет 2,91 готовых изделий. Следует обратить внимание, что по сравнению с 3-м вариантом для трёх рабочих привлечение четвертого рабочего в технологический процесс никак не повлияло на производительность в 3-м варианте для четырёх рабочих.

Сравнительный выбор показывает, что при использовании ЧЕТЫРЁХ РАБОЧИХ при данном парке оборудования (при фиксированном капитале) и при данной технологии лучшим является 2-й вариант — 5,052 изделий за одни рабочие сутки.

**5. Использование пятерых рабочих.** Привлечение пятерых рабочих предполагает теоретически и практически один организационно-технологический вариант их участия в процессе производства, только 2-й.

**1-й вариант для пятерых и более рабочих** (*технически и технологически не возможен*). Рабочие включаются в производственный процесс последовательно. С точки зрения графика выхода на работу это выстроить невозможно уже начиная с четырёх рабочих. Можем лишь повторить, что при задействовании в рабочем процессе четырёх, пяти и более рабочих их

последовательное производственное использование становится невозможным. Как с точки зрения последовательности графиков выхода на работу это выстроить невозможно, так же и с технологически-производственной точки зрения рабочие будут, выполняя свою операционно-технологическую цепочку, «наткаться во времени» на используемый другим рабочим станок.

**2-й вариант для пятерых рабочих.** Рабочие включаются в производство параллельно. Это выглядит так. Первый рабочий начинает свою смену в 7-00 утра с выполнения операции № 1 на электропиле и работает 150 минут, после чего продолжает выполнять последующие операции в соответствии с порядком производственных операций (табл. 1). Второй рабочий начинает свою смену на 150 минут позднее относительно первого рабочего (в 9-30 утра) и далее работает в таком же технологическом порядке, как и первый. Окончание работы у второго рабочего в 18-30. Третий рабочий начинает свою смену на 150 минут позднее относительно второго рабочего (в 12-00) и далее работает в таком же технологически-операционном порядке, как и первый и второй. Окончание работы у третьего рабочего в 21-00. Четвёртый рабочий начинает свою смену на 150 минут позднее относительно третьего рабочего, в 14-30, и далее работает в таком же технологически-операционном порядке, как и первый, и второй, и третий. Окончание работы у четвёртого рабочего в 23-30. Пятый рабочий начинает свою смену на 150 минут позднее относительно четвёртого рабочего, в 17-00, и далее работает в таком же технологически-операционном порядке, как и первый, и второй, и третий, и четвёртый. Окончание работы у пятого рабочего в 2-00.

При такой организации труда каждый из пяти рабочих за одну 8-часовую рабочую смену изготавливают по 1,263 штук изделий. Вместе это составляет 6,315 изделий за одни рабочие сутки.

**3-й вариант для пяти рабочих** (*технически и технологически не возможен*). Рабочие включаются в производство параллельно-последовательно. Привлечение к уже работающим четырём пятого рабочего для изготовления деревянных рамок для мебели на данном оборудовании (при фиксированном

капитале) операционно-технологически невозможно. Посмотрите последний вариант (т. е. 3-й вариант для четырёх рабочих) параллельно-последовательного использования четырёх рабочих, в котором изготавливается в среднем 2,91 изделий за смену. В нём уже нет места ещё одному рабочему, а также и двум и более рабочим. Для программы изготовления деревянных рамок для мебели на данном оборудовании (при фиксированном капитале) производство вышло на максимальную проектно-технологическую мощность. Для дополнительного пятого рабочего, а также и для 6-го, и 7-го и n-го, нет ни свободных операций, ни дополнительного рабочего места для применения его (их) рабочих функций. Пятый рабочий может лишь заменить кого-то из четырёх, а такая замена не меняет количества рабочих в производственном процессе, не изменяет технологию и не меняет производительность. Сколько бы рабочих не было в каком-то «запасе», их невозможно включить в данный конкретный производственный процесс сверх того количества, которое уже задействовано при уже достигнутом максимуме технико-технологических возможностей станков. Когда производство вышло на стабильную постоянную программу изготовления конкретного изделия, это объективно отграничено, это объективно обусловлено и диктуется конструктивно-эксплуатационными характеристиками производительности используемого оборудования, т. е. продиктовано производственными возможностями непосредственно самого фиксированного капитала.

Как показывают проведенные расчёты, уже в 3-м варианте для четырёх рабочих (см. выше), четвёртый рабочий был «лишним», т. к. не увеличил и не уменьшил среднесуточную производительность, достигнутую при использовании трёх рабочих (см. выше 3-й вариант для трёх рабочих). Здесь есть очень важный момент. Обратим внимание, — включение четвёртого рабочего НЕ СНИЗИЛО производительность, а оставило её на том же уровне, что и при трёх рабочих.

**5. Использование шестерых и более рабочих.** Привлечение шестерых и более рабочих предполагает теоретически и практически один организационно-

технологический вариант их участия в процессе производства, — только 2-й.

**2-й вариант для шести и для семи рабочих.** Рабочие включаются в производство параллельно. Каждый рабочий выполняет все операции как указано в табл.1. График их работы представлен в табл. 2.

Таблица 2. — График начала и окончания работы для шести и семи рабочих, работающих при параллельном движении продуктов труда (в течение одних суток), часов

Рабочий №	Начало работы (смены)	Окончание работы (смены)
1	7-00	16-00
2	9-30	18-30
3	12-00	21-00
4	14-30	23-30
5	17-00	2-00
6	19-30	4-30
7	22-00	7-00

При такой организации труда каждый из шести рабочих за одну 8-часовую рабочую смену изготавливают по 1,263 штук изделий. Вместе это составляет 7,578 изделий за одни рабочие сутки.

Каждый из семи рабочих за одну 8-часовую рабочую смену изготавливают по 1,263 штук изделий. Вместе это составляет 8,841 изделий за одни рабочие сутки.

Использование восьми рабочих уже не возможно. Конечно, и восьмой и девятый рабочие могут быть привлечены в производственный процесс, но только взамен кого-либо из семи. Следовательно, привлекать сверх семи рабочих можно сколько угодно, но, начиная с восьмого, каждый из рабочих может работать исключительно вместо кого-то из первых семи. Начиная с восьмого, каждый из рабочих может с кем-то делить работу на части. Однако, вследствие таких дополнительных привлечений рабочих, производительность изделий в сутки не увеличится и, что очень важно для нашего исследования, не уменьшится. Производительность будет оставаться на одном неизменном уровне, равном 8,841 изделий за одни рабочие сутки.

Теперь объединим полученные данные в одной итоговой таблице, табл. 3.

Таблица 3. — Суточная производительность изготовления изделий, изделий (шт.) / сутки

Количество рабочих	1-й вариант, последовательное участие рабочих в производственном процессе	2-й вариант, параллельное участие рабочих в производственном процессе	3-й вариант, параллельно-последовательное участие рабочих в производственном процессе
1	<b>1,26 *</b>	—	—
2	2,53	<b>2,53</b>	2,09
3	3,79	<b>3,79</b>	2,91
4	—	<b>5,05</b>	2,91
5	—	<b>6,32</b>	2,91
6	—	<b>7,58</b>	2,91
7	—	<b>8,84</b>	2,91
8	—	<b>8,84</b>	2,91
9	—	<b>8,84</b>	2,91
10	—	<b>8,84</b>	2,91

\*Жирным шрифтом выделена максимальная суточная производительность, а из равных показателей, — более предпочтительная по графику работы.

**Выводы из проведенного исследования.** На основании данных из табл. 3 можем построить минимум два отдельных графика. Первый график построим, используя максимальную суточную производительность или, что одно и то же, объём производства изделий при параллельном участии рабочих в производственном процессе, (значения в табл. 3 выделены жирным шрифтом), рис. 1.

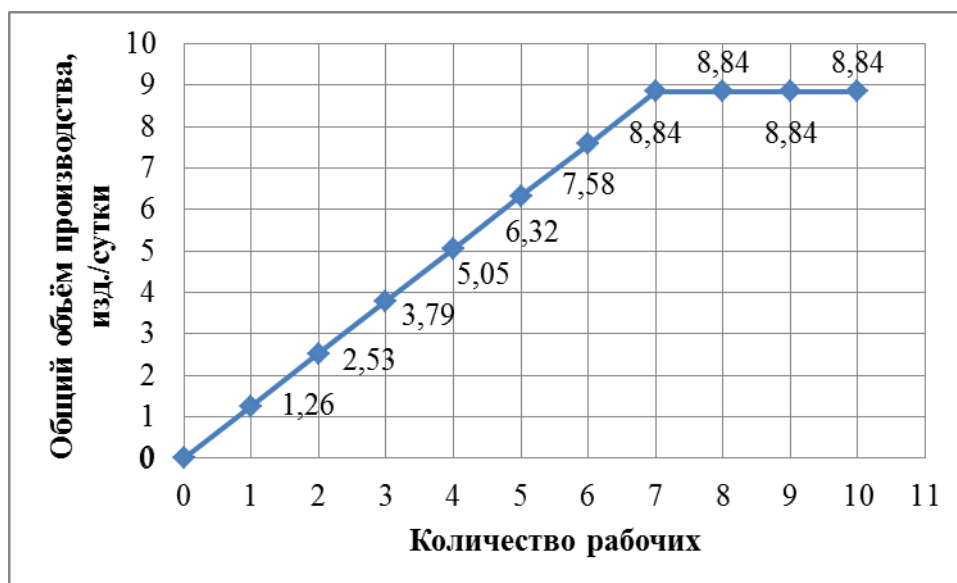


Рисунок 1. — Суточная производительность изготовления изделий при параллельном участии рабочих в производственном процессе, изделий (шт.) / сутки

Второй график построим, на основе данных о выпуске изделий при параллельно-последовательном участии рабочих в производственном процессе, рис. 2.

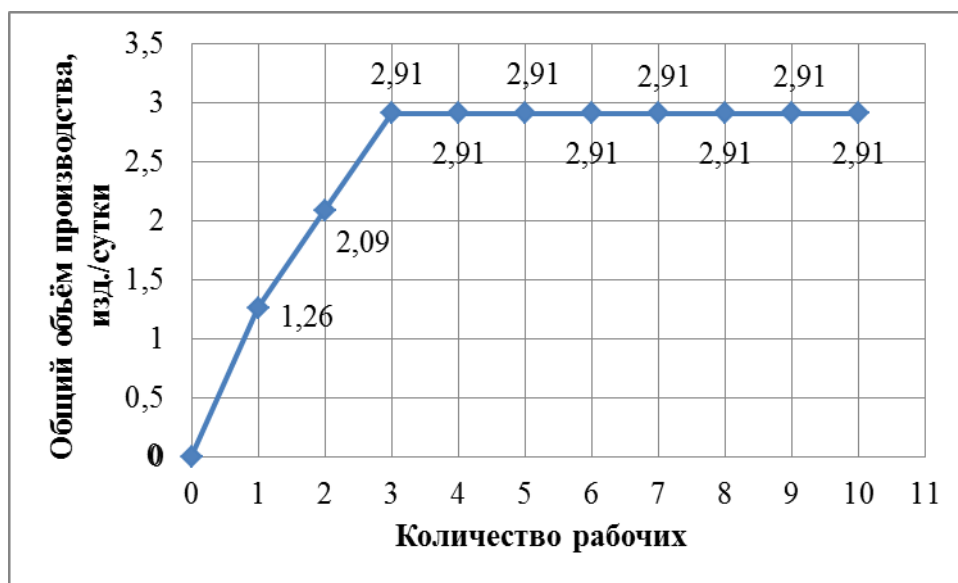


Рисунок 2. — Суточная производительность изготовления изделий при параллельно-последовательном участии рабочих в производственном процессе, изделий (шт.) / сутки

Графики на рисунках 1 и 2 описывают тот же процесс, что и график на рисунке 24-2а. Это графические изображения производственных процессов, которые в «Экономиксе» называют законом убывающей отдачи. Однако, у общепринятого в «Экономиксе» графика (рис. 24-2а) по сравнению полученными нами графиками (рис. 2 и рис. 3) есть существенные отличия.

1. «Экономикс» считает, что возрастание общего объема производства осуществляется только по «типичной кривой», причём, только по такой «типичной кривой» какая показана на рис. 24-2а. «Экономикс» считает, что других вариантов возрастания объёма производства от 0 до максимума, отличных от «типичной кривой», изображенной на рис. 24-2а, нет и быть не может. Как видим, результаты нашего исследования показывают, что возрастание (промежуток графика от 0 до максимума) может описываться как прямой линией (рис. 1), так и кривой, отличной по форме от «типичной кривой» принятой в «Экономиксе», например, как показано на рис. 2 и рис 4.

2. «Экономикс» считает, что после достижения максимума дальнейшее привлечение рабочих в производство вызывает спад объёма производства. Однако это не так! На рис. 1 и 2 графики достигают точки максимума, однако падения не наблюдается, а наблюдается не спадающая прямая. Почему происходит именно так?

Для выполнения производственной программы при фиксированных производственных мощностях (то есть, при фиксированном капитале) при условии планово-операционного заполнения рабочими всех технологических операций производство выходит на максимальную проектно-технологическую мощность. В этом случае для дополнительного количества рабочих, нет ни свободных операций, ни дополнительных рабочих мест (ни у станков, ни на сборке) для дополнительного применения их рабочих функций. Каждый дополнительный рабочий может лишь заменить кого-то из уже участвующих в производственном процессе, а такая замена не меняет суммарно-операционного количества рабочих в производственном процессе, не изменяет технологию и не меняет производительность. Сколько бы рабочих не было в каком-то «запасе», их невозможно включить в данный конкретный производственный процесс сверх того количества, которое уже задействовано при уже достигнутом максимуме технико-технологических возможностей станочного оборудования. Когда производство вышло на технологически запланированную стабильную постоянную программу изготовления конкретного изделия, это объективно ограничено, это объективно обусловлено и диктуется конструктивно-эксплуатационными характеристиками производительности используемого оборудования, то есть продиктовано производственными возможностями непосредственно самого фиксированного капитала. При таких условиях, как в теории, так и на практике, технологически спад производства не предполагается. Если же спад наблюдается, то причины не в технологии.

3. Расположим графики с рисунков 1 и 2 в одном масштабе и на одном рисунке, рис. 3. На таком совмещённом графике видно, что две линии (верхняя и нижняя) очерчивают некое поле, находящееся между ними, в котором могут

находиться множество любых по конфигурации графических кривых, характеризующих зависимость объёма производства от изменяющегося количества рабочих. Например, можно начать использовать одного, двух или трёх рабочих операционно-технологически так, как показано на графике рис. 2. А далее, начиная с четвёртого рабочего и до восьмого включительно, организовать их работу так, как это показано на рисунке 4. Кривая графика на рисунке 4 не выходит за границы, очерченные графиками на рис. 3. Самое интересное, что и кривая графика с рис. 24-2а также может быть «встроенной» между графиками-линиями рис. 3. А это означает, что технологический процесс, описываемый графиком с рис. 24-2а, является всего лишь отдельным, частным, единично-конкретным вариантом производственного процесса. И именно по этой причине график кривой на рис. 24-2а не может трактоваться как закон. Это отдельный, вполне возможный в производстве технологический процесс, но это такой процесс, который нужно специально и целенаправленно технологически создавать и операционно выстраивать. Это не «типичная кривая», а одна из многих возможных кривых и поэтому на закон никак не «тянет».

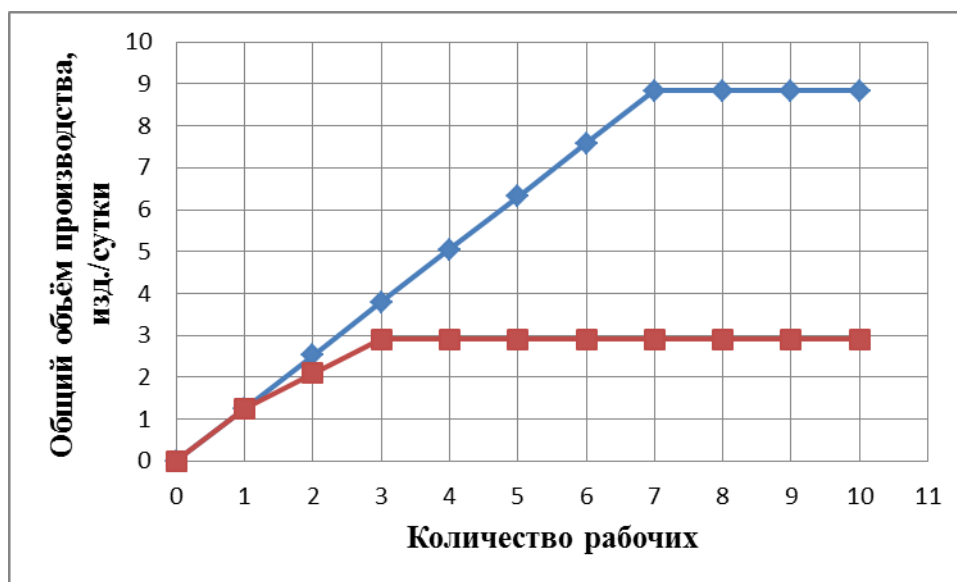


Рисунок 3. — Суточная производительность изготовления изделий при параллельном участии рабочих в производственном процессе (верхняя линия) и при параллельно-последовательном участии рабочих в производственном процессе (нижняя линия), изделий (шт.) / сутки





Рисунок 4. — Один из множества технологически возможных вариантов изготовления изделий, изделий (шт.) / сутки

4. И в завершение выскажем свою точку зрения на вопрос: — почему объяснение и обоснование закона убывающей отдачи с помощью производственного примера из несельскохозяйственных отраслей относительно редкое явление? В начале попытаемся определить, — кто впервые стал утверждать, что закон убывающей отдачи применим (!) также и к несельскохозяйственным отраслям?

Обратимся к работе М. Блауга «Экономическая мысль в ретроспективе» [4]. «В 1815 г. в Англии были опубликованы четыре трактата — Уэста, Торренса, Мальтуса и Рикардо. ... для рассмотрения проблемы цен на зерно, которые упали незадолго до этого, и каждая начиналась с указания на связь между высокими ценами на зерно и вовлечением в обработку менее плодородных и менее пригодных земель в период наполеоновских войн. Все четыре автора согласно указали, что объяснением служит феномен убывающего плодородия — «тот принцип», по определению Уэста, «что по мере улучшения обработки получение сырого продукта обходится все дороже и дороже» [4, с. 71]. «Все четыре автора считают, что закон убывающей отдачи верен только для сельского хозяйства» [4, с. 72]. «При равных количествах работы, — разъяснял Уэст, — каждое дополнительное вложение в сельское

хозяйство в действительности дает все меньшую отдачу... В то же время очевидно, что в промышленности равное количество труда всегда производит одно и то же количество изделий» [4, с. 71].

В 1890 году опубликована работа Альфреда Маршалла «Принципы экономической науки». В ней говорится следующее. «Если промышленник имеет, скажем, три строгальных станка, существует определённый объём работы, который можно легко на них произвести. Если он хочет произвести на них больше работы, он должен усердно экономить каждую минуту их использования в урочное время, а быть может, использовать их и в сверхурочные часы. В результате после того, как достигается их хорошее использование, всякая дальнейшая работа на них даёт уменьшающийся эффект. Наконец, чистая отдача становится столь малой, что предпринимателю дешевле купить четвёртый станок, чем заставлять имеющиеся три станка выполнять прежнюю работу, подобно тому, как фермеру, уже тщательно обработавшему свою землю, становится дешевле использовать дополнительную площадь, чем заставлять имеющуюся давать больший продукт» [3, с. 240].

В «Принципах...» А. Маршалл полностью вторую и третью главы посвятил объяснению и обоснованию тенденции (не закона!) убывающей отдачи применительно к обработке земли. У него имелся, собранный к тому времени, богатый научный и статистический материал, связанный с растениеводством. По объёму изложенного материала это охватывает 32 страницы в [3] и около трёхсот предложений. Однако, применительно к промышленности, А. Маршаллом написано только три предложения, представленные цитатой выше. До середины второго предложения, а именно до: «В результате после того, как достигается их (станков) хорошее использование, ...», — всё вполне логично и правильно. А вот продолжение: — «...всякая дальнейшая работа на них даёт уменьшающийся эффект», — голословное и не верное. Наши расчёты показали иное (смотри второй пункт наших выводов). Нигде в «Принципах...» А. Маршалл не исследовал и не обосновывал, почему, по его утверждению, в промышленности возникает «уменьшающийся эффект». По-видимому, он

объяснял это «по инерции», то есть подобно примерам из обработки земли.

Таким образом, по всей видимости, А. Маршал, если не первый, то один из первых, кто в утвердительной форме заявил, что тенденция убывающей доходности применительна и к промышленному производству. В экономической науке авторитет А. Маршалла достаточно высок и многие поверили ему на слово. Те же, кто сомневался, закон убывающей отдачи в своих работах и учебных изданиях применительно к промышленности не упоминали.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:**

1. Зайцев А. В. Закон убывающей отдачи с позиций трудозатратной стоимости [Электронный ресурс] / А. В. Зайцев // Эффективна економіка. — 2013. — № 1. — Режим доступа к журналу: <http://www.economy.nayka.com.ua>.
2. Макконнелл К. Р. Экономикс : Принципы, проблемы и политика / К. Р. Макконнелл, С. Л. Брю. — М. : Изд-во «Туран». В 2 т. : Пер. с англ. Т.-2., — 1996. — 400 с.
3. Маршалл А. Принципы экономической науки / А. Маршалл. — М. : Издательская группа «Прогресс». В 3-х т. : Пер. с англ. Т.-1., — 1993. — 416 с.
4. Блауг М. Экономическая мысль в ретроспективе / М. Блауг. — М. : Дело ЛТД, — 1994. — 627 с.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ**

Зайцев, А. В. Закон убывающей отдачи: технологический аспект более подробно / А. В. Зайцев // Науковий журнал «Причорноморські економічні студії». Причорноморський науково-дослідний інститут економіки та інновацій. — Одеса : — 2016. — Випуск 5. — С. 9-19.