

УДК 658

ГУЛИН В.М., студент гр. УКМ-23 (РГАТУ имени П.А. Соловьёва)
Научный руководитель СОКОЛОВА Е.Ю., к.т.н., доцент (РГАТУ имени П.А.
Соловьёва), г. Рыбинск

УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ

Введение. На сегодняшний день и конкретные промышленные производства, и бизнес как таковой в качестве одного из возможных направлений своего развития нередко выдвигают концепцию бережливого производства. Идея последней сводится к развитию процесса (системы) за счёт изыскания внутренних резервов, т.е. за счёт сокращения 7 основных видов потерь: перепроизводства, излишних запасов, транспортировки, ожидания, дополнительной обработки, перемещений и дефектов. Таким образом, процесс развития организации с точки зрения бережливого производства предполагает увеличение времени процессов создания ценности для конечного потребителя за счёт сокращения действий, не создающих ценность (т.е. потерь) [1, с. 36].

Новый виток популярности данной концепции организации бизнеса неспроста отмечается в последние годы. Во-первых, в условиях низкого уровня безработицы развитие организации за счёт привлечения рабочей силы затруднено. Во-вторых, «высокая стоимость» денежных средств, вызванная высокой ключевой ставкой Центрального Банка РФ, значительно сократила возможности бизнеса развиваться с использованием передовых достижений науки и техники. Причём это касается в том числе и обновления парка оборудования ввиду его высокой стоимости — а следовательно, и дорогого обслуживания кредитных средств. В таких условиях ориентация на бережливое производство при разработке плана мероприятий является если не единственным, то как минимум наиболее привлекательным вариантом реагирования на вызовы макросреды организации.

Тем не менее, несмотря на успешный и многолетний опыт существования концепции, бережливое производство и его безресурсные планы развития полезны только при наличии внутренних резервов. То есть следует помнить, что сотрудник организации физически неспособен работать больше 24 часов в сутки, оборудование не может быть активным больше своего фонда времени и т. д. Поэтому, хоть данная концепция организации бизнеса и востребована в России, даже для её применения есть разумные пределы. В данном случае они представлены самой идеей бережливого производства. Но как всё сказанное может выглядеть на практике? Рассмотрим на примере.

Описание ситуации. Пусть некоторой организации поступило предложение на поставку 5 номенклатурных единиц продукции в течение 7 лет. Потребность заказчика составляет от 60 до 120 штук каждой позиции с циклом в 35 календарных дней. Технологические процессы их изготовления подобны

между собой, являются директивными и представлены последовательностью из 6 операций: 3 операции контроля и 3 механические операции. Их трудоёмкости отражены в таблице 1. Количество оборудования является достаточным для организации круглосуточной работы.

Таблица 1. Пооперационная трудоёмкость производимой продукции

Операция	Трудоёмкость продукции, н/ч				
	A	B	C	D	E
Входной контроль	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Мех. оп. 1	1	1,5	1,2	1	1,5
Мех. оп. 2	1,5	2	2,5	1,4	2
Операционный контроль	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Мех. оп. 3	2	1	1,5	2	2,5
Приёмочный контроль	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Постановка задачи. Оценить способность организации удовлетворить потребности заказчика в полном объёме и в установленные сроки.

Решение. Чтобы оценить способность организации к выпуску потребного количества продукции, необходимо рассчитать производственные мощности этой организации, или же определить максимально возможный пооперационный выпуск продукции за установленный период времени. Расчёт производственных мощностей был сделан в привязке к фонду времени работы оборудования.

При круглосуточной работе организации (трёхсменная работа) календарный фонд работы оборудования на выпуск 1 партии равен 840 часам. Из этого числа необходимо вычесть производственный, организационный и другие виды простоев оборудования. Собранный статистика за последний год показала, что время простоя оборудования составляет в среднем 45% от календарного фонда времени. В таком случае целесообразно предположить, что полезный (фактический) фонд времени его работы составляет 462 часа. Это означает, что общая трудоёмкость по каждой механической операции не должна превышать 462 часа, иначе производственная программа будет выполнена не в полном объёме. Операции контроля выполняются без использования оборудования, однако потери на данных операциях представлены регламентированными простоями в виде перерывов для отдыха и питания, что составляет 18,75% от календарного фонда времени.

Визуализируем сказанное. Для этого был рассчитан коэффициент загрузки отдельно взятой операции технологического процесса (1):

$$K_{30} = \frac{\text{полезный фонд времени работы}}{\text{плановая загрузка}}. \quad (1)$$

Расчёт данного коэффициента позволяет не только разделять операции процесса на «узкие места» ($K_{30} \leq 1$) и «широкие места» ($K_{30} > 1$), но и наглядно демонстрирует реальные пропускные возможности системы в целом. Тогда,

согласно теории ограничений Голдратта, пропускные возможности системы будут определяться наиболее «слабым» звеном этой системы [2, с. 36]. В нашем случае пропускные возможности системы равны пропускным возможностям операции с наименьшим коэффициентом загрузки отдельно взятой операции (см. рис. 1).

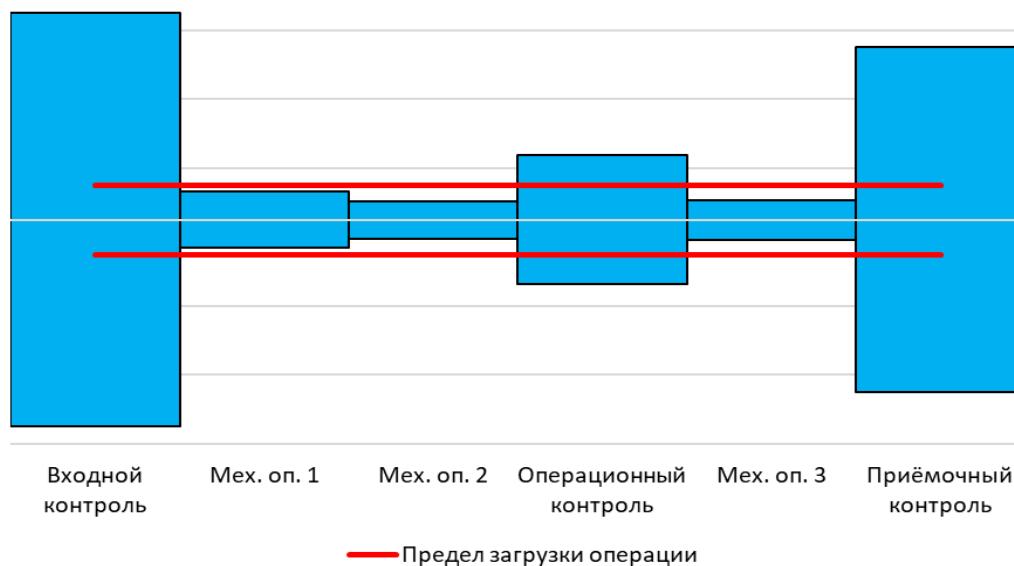


Рисунок 1. Оценка пропускных возможностей: исходное состояние

Расчёт производственных мощностей организации показал, что пропускные возможности операций недостаточны для обеспечения требуемого выпуска продукции в установленные сроки. Причём если операции контроля способны пропустить требуемый объём в установленные сроки, то механические операции демонстрируют в корне противоположную картину. Их плановая загрузка превышает полезный фонд времени работы оборудования. Соответственно, именно механические операции являются «узким местом» данной системы, а её пропускные возможности совпадают с пропускными возможностями второй механической операции, которая и является ограничивающим фактором системы. В таком случае если предположить, что организация будет производить продукцию по увеличению её трудоёмкости, то потребность заказчика будет удовлетворена всего лишь на 60,4%.

Для недопущения такой нежелательной ситуации следует увеличить полезный фонд времени работы оборудования за счёт сокращения потерь времени в его работе. Это требует проведения анализа структуры загрузки оборудования, классифицирования потерь по видам и определения направлений работ. Поэтому далее были рассмотрены два типовых направления работ по расширению «узких мест».

Во-первых, внимание следует обратить на переналадку оборудования (SMED) при замене инструмента или типа продукции. Для этого выбирается оборудование, после чего фиксируются операции, производимые в рамках наладочных работ; они должны быть классифицированы на подготовительные работы, монтаж, измерение и пробный запуск оборудования [3, с. 42]. Затем эти

операции разделяются на внешние (когда происходит обработка детали на оборудовании) и внутренние (когда станок остановлен). Далее по возможности происходит перевод внутренних операций во внешние с последующим максимальным сокращением трат времени на внутреннюю и внешнюю переналадку оборудования. Выполнив все эти действия, получится сократить или даже в полном объёме исключить подготовительные наладочные работы, на которые в отдельных случаях может приходиться до 30% от всей продолжительности переналадки оборудования.

Во-вторых, увеличение полезного фонда времени работы оборудования может быть достигнуто благодаря сокращению времени его простоя по причине поломок. В теории бережливого производства это подразумевает внедрение всеобщего обслуживания оборудования (TPM). Однако на его развёртывание в полном объёме может уйти внушительный период времени, поэтому для начала внедрение TPM может быть сведено к автономному и плановому обслуживанию оборудования (например, за счёт разработки карт технического обслуживания), а также к прогнозированию поломок оборудования. Последнее предполагает установление первопричин поломок оборудования в прошлом с последующей разработкой предупреждающих действий — таких как, например, подготовка запасных частей для обеспечения быстрого ремонта оборудования или его бесперебойной работы.

Безусловно, это далеко не исчерпывающий перечень инструментов, способных расшить «узкие места» системы. Отметим, что формирование более полного списка причин появления ранее названной нежелательной ситуации может быть достигнуто за счёт таких инструментов регистрации данных, как диаграмма «Спагетти» и фотография рабочего дня. Их построение создаёт базис, например, для наведения порядка на рабочих местах и в рабочем пространстве с использованием метода 5С. Пусть, применив инструменты бережливого производства, удалось сократить простой оборудования до 25% от календарного фонда времени. Тогда оценка производственных мощностей организации будет выглядеть так, как представлено на рис. 2.

Итак, после реализации ряда мероприятий пропускные возможности операций системы увеличиваются. Теперь первая механическая операция способна пропустить потребный объём продукции. Тем не менее, всё ещё существует риск, связанный с близостью плановой и прогнозируемой полезной загрузки оборудования. Вторая и третья механические операции по-прежнему остаются «узким местом» системы, а вторая механическая операция — её ограничивающим фактором. В этом случае потребность заказчика будет удовлетворена на 79,8%, что также является недостаточным.

Если предположить, что организация исчерпала потенциал «бережливых» инструментов и самой идеи бережливого производства (т.е. были исключены потери 2 рода и сведены к минимуму потери 1 рода), то дальнейшее расширение «узких мест» возможно только за счёт инвестиций, в т.ч. в основные фонды. С учётом того, что пропускные возможности операций контроля достаточно велики, эта мера позволяет объединить три операции в одну. Высвободившимся контролёрам целесообразно предложить переквалифицироваться в операторов

оборудования на вторую механическую операцию. Для этого необходимо закупить одну многофункциональную единицу, а также увеличить доступный фонд времени работы оборудования в 2 раза (см. рис. 3). При этом для того, чтобы удовлетворить потребности заказчика, потребуется перенести часть обработки деталей с оборудования, на котором выполняется третья механическая операция, на оборудование, на котором выполняется вторая механическая операция.

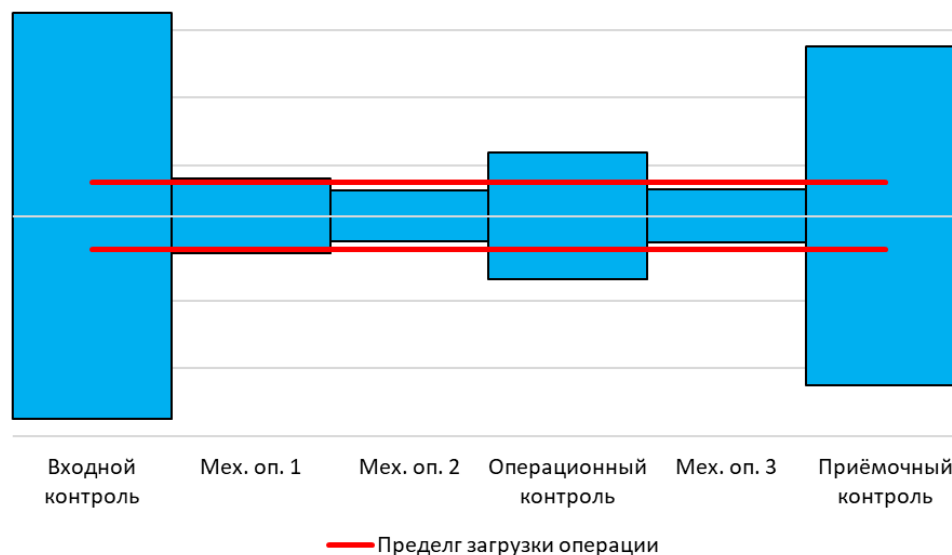


Рисунок 2. Оценка пропускных возможностей: промежуточное состояние

Таким образом, рассматриваемая организация сможет удовлетворить потребности заказчика в полном объёме и в установленные сроки, если помимо безресурсных мероприятий закупит 1 единицу оборудования и переведёт контролёров на должности операторов.

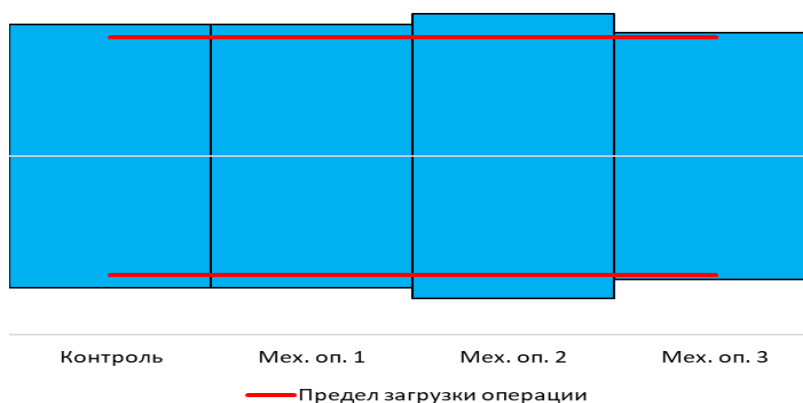


Рисунок 3. Оценка пропускных возможностей: итоговое состояние

Таким образом, в конечном итоге здесь были рассмотрены 3 состояния системы организации, в которых она сможет удовлетворить потребности заказчика от 60,4% до 100%. Далее был рассчитан экономический эффект: было подсчитано, сколько сможет заработать организация, если будет ориентироваться

на максимальное удовлетворение потребности заказчика, а также на максимизацию выручки (таблица 2).

Пусть выручка организации от реализации 1 ед. продукции А, В, С, D, Е составит 10, 16, 20, 16, 14 условных единиц (у. е.) соответственно. Тогда, как уже было сказано ранее, при разработке плана производства, ориентированного на максимальное удовлетворение потребности заказчика, план наполняется продукцией по увеличению трудоёмкости её изготовления. Чтобы определить, какую продукцию и в каком количестве стоит сдать заказчику, чтобы выручка организации в итоге была максимальной, была составлена целевая функция (2), описывающая план производства:

$$F = 10X_1 + 16X_2 + 20X_3 + 16X_4 + 14X_5 \rightarrow \max \quad (2)$$

где X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 – план производства продукции А, В, С, D, Е соответственно.

Следом была составлена система ограничений (3), где, изменяя правую часть верхнего неравенства, мы переходим между состояниями системы организации производства.

$$\left\{ \begin{array}{l} 1,5X_1 + 2X_2 + 2,5X_3 + 1,4X_4 + 2X_5 \leq 462 \\ X_1 \leq 120 \\ X_2 \leq 110 \\ X_3 \leq 75 \\ X_4 \leq 60 \\ X_5 \leq 90 \end{array} \right. \quad (3)$$

Таблица 2. План производства продукции А, В, С, D, Е

Состояние системы	Ориентир составления плана производства	План производства					Выручка	Увеличение выручки в сравнении с прошлым состоянием	Выполнение плана заказчика
		А	В	С	D	Е			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Начальное	На тах выполнение заказа	120	99	0	60	0	3744 у.е.	-	60,4%
	На тах выручки	0	95	75	60	0	3980 у.е.	-	50,5%
После реализации безресурсных планом	На тах выполнение заказа	120	110	0	60	73	4942 у.е.	1198 у.е.	79,8%
	На тах выручки	0	110	75	60	90	5186 у.е.	1206 у.е.	69%

После реализации ресурсных и безресурсных планов	На тах выполнение заказа	12 0	11 0	7 5	6 0	9 0	6680 у.е.	1738 у.е.	100%
	На тах выручки	12 0	11 0	7 5	6 0	9 0	6680 у.е.	1494 у.е.	

Таким образом, мы видим, что планы производства, заточенные под разные цели, приносят разные результаты; это выражается и в удовлетворении потребностей заказчика, и в получении выручки от поставки продукции заказчику. Однако эти различия имеют право на существование лишь в том случае, когда организация не может удовлетворить потребности заказчика в полном объёме и в установленные сроки, т.е. готова заключить договор на поставку в меньшем объёме.

Кроме того, экономические расчёты подтверждают эффективность концепции бережливого производства. Только за счёт сокращения потерь организация может увеличить выручку на 30-32%, а пропускные возможности – на 32-37%.

Список литературы:

1. Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира / Джеффри Лайкер; Пер. с англ. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. — 402 с. — (Серия «Модели менеджмента ведущих корпораций»).
2. Теория ограничений Голдратта: Системный подход к непрерывному совершенствованию / Уильям Детмер; Пер. с англ. — 2-е изд. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. — 444 с.
3. Быстрая переналадка для рабочих / Пер. с англ. — М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2009. — 112 с.