3.3. АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВ-НОСТИ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЙ И ИСПОЛЬЗО-ВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ (НА ПРИМЕРЕ АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ)¹

Клочков В.В., д.э.н., в.н.с., лаборатория Экономической динамики и управления инновациями

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской Академии наук, г. Москва

Перейти на ГЛАВНОЕ МЕНЮ

Проводится критический анализ традиционных рекомендаций добиваться, по возможности, полной загрузки производственных мощностей. Определены оптимальные диапазоны коэффициента загрузки производственных мощностей предприятий, с учетом отраслевой специфики авиационной промышленности. Особое внимание уделено распределению производственных мощностей внутри интегрированных структур, а также экономическим стимулам повышения эффективности использования и развития производственных мощностей.

ВВЕДЕНИЕ

Традиционные рекомендации руководителям производственных предприятий и их подразделений ориентируют их на повышение коэффициента загрузки производственных мощностей, по возможности — до уровня, близкого к 100%. Это обусловлено высокой стоимостью производственного оборудования (усугубляемой повышением обменного курса при том, что подавляющая часть оборудования в настоящее время импортируется, ограничениями на поставку наиболее сложного и современного оборудования российским предприятиям) и пассивной части основных производственных фондов, используемых в авиационной промышленности, дефицитом инвестиционных ресурсов (также усугубляющимся по причине сокращения возможностей государственного бюджета Российской Федерации с 2014-2015 гг.).

На первый взгляд, в этих условиях неэффективное (т.е. неполное) использование дорогостоящей материальнотехнической базы категорически недопустимо и однозначно отрицательно сказывается на эффективности работы предприятий авиационной промышленности в целом. Однако, как показывает теоретический анализ и практика, взаимосвязь традиционных показателей эффективности использования материально-технической базы (коэффициента загрузки производственных мощностей, фондоотдачи и т.п.) и интегральных эффективности работы предприятий — прибыли, рентабельности, других показателей стоимости — является немонотонной.

Прежде всего следует подчеркнуть, что, несмотря на дороговизну отдельных объектов материально-технической базы предприятий авиационной промышленности, доля затрат на владение ими в себестоимости продукции отрасли может быть невысокой по сравнению с долями материальных и трудовых затрат.

При относительно высокой (выше 50-60%) загрузке производственных мощностей современная авиационная промышленность обладает высокой фондоотдачей, на уровне нескольких единиц, и низкой амортизациемкостью, не превышающей 3-5% (отношение капитальных вложений к общим затратам или выручке имеет тот же порядок величины). На рис. 1 приведены графики изменения амортизациемкости (отношения амортизационных отчислений к выручке) для трех основных подотраслей авиационной промышленности США в 1997-2007 гг. (см. [9-17]). На рис. 2 для тех же подотраслей и того же периода приведены графики изменения фондоотдачи, т.е. отношения выручки к балансовой стоимости основных фондов.

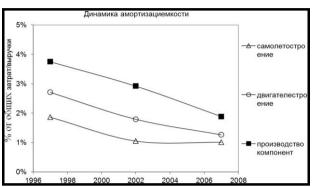


Рис. 1. Амортизациемкость в авиационной промышленности США в 1997-2007 гг.

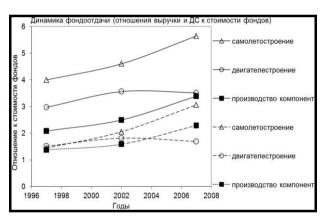


Рис. 2. Фондоотача авиационной промышленности США в 1997-2007 гг.

Таким образом, при высокой загрузке мощностей само влияние материально-технической базы на эффективность работы предприятий данной отрасли, на первый взгляд, малозначительно. Важнее качественный уровень материально-технической базы предприятий авиационной промышленности, производительность труда, которую обеспечивают заложенные в нее технологии.

В то же время по ряду причин загрузка производственных мощностей предприятий авиационной промышленности может быть низкой, и в структуре затрат предприятия постоянные затраты, в т.ч. амортизация и затраты на текущее содержание материально-технической базы, уже могут занимать существенное, и иногда и преобладающее место. Кроме того, и при высокой загрузке производственных мощностей работа предприятия может быть неэффективной. Прежде всего это имеет место, если производственные мощности предприятия оказываются существенно ниже потенциального спроса на его продукцию (тем более планируемого спроса, заложенного в бизнес-план разработки и производства нового наукоемкого изделия).

¹ Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект РНФ №14-18-00519).

В особенности этот риск значителен, если на рынке присутствуют или выходят на него в данный период предприятия-конкуренты, способные взять на себя выполнение аналогичных заказов. В силу экономических особенностей авиационной промышленности (включая эффект обучения. «привязывающий» поставщиков к заказчикам. подробнее см. [1]) и рынков ее продукции (как товаров длительного пользования), низкий уровень мощностей в начале жизненного цикла изделия может привести к потере значительной части рынка, его блокировке. Такая ситуация, называемая «ловушкой малочисленности», также исследована и описана применительно к готовой продукции предприятий авиационной промышленности, т.е. воздушным судам и авиадвигателям, см. [6]. В описанных условиях в долгосрочной перспективе проявляется положительная обратная связь между располагаемым в данный момент и необходимым в дальнейшем уровнем производственных мощностей: дефицит мощностей в начале жизненного цикла изделия приводит к тому, что в дальнейшем потребный (для удовлетворения спроса) уровень мощностей сокращается.

И даже если уровень производственных мощностей соответствует среднестатистическому, ожидаемому спросу на продукцию, нерегулярность поступления заказов приводит к образованию очередей на их выполнение, при отсутствии избыточности мощностей.

Таким образом, близкая к 100%-й загрузка производственных мощностей далеко не всегда соответствует наивысшей эффективности работы предприятия в целом. В данном случае проявляется общий для многих экономических систем эффект.

Существуют оптимальные, с точки зрения интегральных показателей эффективности работы предприятия, значения управляющих переменных и частных показателей эффективности (например, показателей загрузки производственных мощностей), причем эти оптимальные значения нередко отличны от крайних, предписанных упрощенными рекомендациями. В этой связи актуально исследование следующих аспектов:

- зависимости оптимальной загрузки производственных мощностей от параметров системы (в т.ч. фондоемкости и амортизациемкости данного производства, принимающих значения, характерные для различных подотраслей современной авиационной промышленности, а также значения, возможные в отдаленной перспективе, при внедрении новых производственных технологий);
- возможных потерь при следовании традиционным упрощенным рекомендациям (прежде всего – рекомендации добиваться близкой к 100%-й загрузки производственных мощностей) и при прочих вариантах ограниченно рационального поведения руководства предприятий и интегрированных структур.

Следует упомянуть работу [2], в названии которой также обозначена задача анализа взаимосвязи показателей эффективности использования производственного оборудования и показателей эффективности финансово-хозяйственной деятельности предприятия. Однако принципиальные различия наблюдаются уже на уровне постановки задач исследования

В указанной статье автор делает акцент прежде всего на таких факторах, как отказы оборудования, его простои по причине несвоевременного ремонта, дефицита запчастей и т.п. Они снижают как интенсивность использования оборудования, так и эффективность работы предприятия, приводя к значительным потерям. Т.е. фактически исследуется не столько взаимосвязь финансово-экономических показателей работы предприятия и эффективности использования оборудования, сколько влияние на все эти показатели общих факторов (причем на примере горнорудных предприятий).

Здесь же считается, что система технического обслуживания и ремонта (ТОиР) оборудования, а также логистической поддержки его эксплуатации обеспечивает высокий коэффициент готовности парка оборудования. Исследуется именно целесообразность обеспечения загрузки оборудования, близкой к 100%-й, с учетом временных факторов, более присущих наукоемкому машиностроению (в частности, авиационной промышленности), чем горнодобывающей промышленности.

Кроме того, если в указанной статье автор строит эконометрические модели, то здесь предполагается непосредственно моделировать процессы поступления и выполнения производственных заказов, а все финансовые показатели предприятий оценивать методами прямого счета.

Экономико-математическая модель взаимосвязи эффективности работы предприятия и загрузки его производственных мощностей

Обозначим \boldsymbol{F} стоимость основных фондов производственного предприятия, причем, предположим, что они включают в себя \boldsymbol{n} однотипных производственных линий (установок, и т.п.) единичной мощностью \boldsymbol{v} единиц продукции за период и единичной стоимостью \boldsymbol{f} . Мощность предприятия в натуральном измерении обозначим \boldsymbol{V} , единиц продукции за период. Таким образом,

$$F = f * n$$
,
 $V = q * v$.

Строго говоря, продолжительность выпуска единицы продукции может быть изменчивой, особенно в случае многономенклатурного производства на универсальном оборудовании. Поэтому корректнее говорить о средней производительности, соответственно, единицы оборудования \boldsymbol{v} , и предприятия в целом \boldsymbol{V} . Что касается потока заказов на продукцию, они также могут поступать в случайные моменты времени. Среднюю интенсивность потока заказов на данном предприятии обозначим λ , единиц продукции за период.

Будем рассматривать элементарные каналы обслуживания, каждый из которых одновременно может обслуживать лишь одну заявку, т.е. пребывание на данном узле обслуживания нескольких заявок на разных стадиях обработки (что возможно, например, на линии конвейера) здесь для простоты не рассматривается. Иначе говоря, каждый канал выполняет одну операцию или некоторую неделимую последовательность операций. Тогда:

$$V=\frac{1}{t_{_{3a\kappa a3}}}$$

где $t_{_{3aka3}}$ — средняя длительность выполнения заказа одним каналом (она же, что важно для дальнейших рассуждений, представляет собой и среднюю длительность пребывания заказа в обработке).

Если очередь ограничена по времени ожидания, и t_{oon} — допустимое время ожидания в очереди, по окончании которого заявка уходит из очереди, в простейших моделях массового обслуживания это учитывается как случайный поток нетерпеливых заявок,

уходящих из очереди с интенсивностью $v_{yxo\partial} = \frac{1}{t_{acc}}$. В

предельном случае, если конкуренция является очень жесткой и мощности конкурентов избыточны, можно рассматривать производственную систему как систему массового обслуживания (СМО) с отказом в обслуживании, т.е. заявки, заставшие все каналы занятыми, не становятся в очередь, а сразу покидают систему ($t_{oon} = 0$). Промежуточные случаи можно моделировать, изменяя среднюю длительность ожидания нетерпеливых заявок, прежде чем они покинут очередь. Чем жестче конкуренция, тем ниже эта длительность ожидания.

Отказ в обслуживании и уход нетерпеливых заявок из очереди сокращают поток обслуженных заявок и, в конечном счете, доход предприятия. Кроме того, можно непосредственно ввести в модель штраф за ожидание либо ввести сокращение потока входящих заявок при увеличении ожидаемого времени ожидания и обработки заявки (моделируя процесс ухода заказчиков к конкурентам, поскольку данный производитель не способен выполнить заказы в приемлемые сроки; такие ситуации уже встречались в новейшей истории российской авиационной промышленности ввиду срывов выполнения заказов как отечественных, так и зарубежных заказчиков.

Так, например, широко анонсированная поставка 38 самолетов Ил-76 (военно-транспортный) и Ил-78 (заправщик) в КНР (см. [5, 7]), несмотря на то, что контракт был заключен на высшем уровне, так и не состоялась по причине многократных срывов производственных заказов на Ташкентском авиастроительном предприятии (ТАПОиЧ).

Системное решение данной проблемы потребовало масштабных инвестиций в возобновление производства самолетов данного семейства уже на территории РФ, в Ульяновске, после «оцифровки» проекта и его модернизации (т.н. «изделие 476», или Ил-76МД-90А). Аналогичные проблемы сопровождали и самолеты семейства Ту-204/214, которые были заказаны некоторыми российскими авиакомпаниями и лизинговыми компаниями.

С другой стороны, аналогичные проблемы свойственны и зарубежной авиапромышленности — так, задержка ввода в эксплуатацию самолетов сверхбольшой вместимости А-380 разработки и производства консорциума Airbus Industry (ЕС) привела к отмене существенной доли стартовых заказов и приобретению авиакомпаниями конкурирующего изделия Boeing-747. И компания Boeing испытывала подобные проблемы на старте программы Boeing-787 Dreamliner.

В то же время оба описанных примера касаются освоения производства и эксплуатации самолетов нового поколения, сопряженного со значительными инновационными рисками. В российской же практике встречаются примеры задержки и срыва исполнения заказов на традиционные, давно освоенные изделия, вызванные исключительно деградацией производственного и организационного потенциала предприятий-исполнителей.

Если потоки событий «поступление заказа» и «выполнение заказа» распределены по закону Пуассона, т.е. являются простейшими, тогда можно воспользоваться широко известными моделями простейших СМО для оценки характеристик качества обслуживания и эффективности использования оборудования, а также для оптимизации уровня производственных мощностей².

Будем рассматривать предприятие как *п*-канальную СМО с очередью (возможно, ограниченной по среднему времени ожидания, но не по длине). Важнейшими выходными характеристиками данной СМО являются, в целях данной работы

- абсолютная пропускная способность, т.е. интенсивность потока обслуженных (а не ушедших из очереди или получивших отказ) заявок, Q фактически, выпуск производственной системы, определяющий доход (выручку) производства R = p·Q, где p цена выходной продукции:
- среднее время пребывания заявки в системе (т.е. в очереди, а также непосредственно в производственном цикле) $\overline{I}_{cucm} = \overline{I}_{ow} + t_{_{33843}}$.

Эти величины можно оценить, пользуясь широко известными моделями СМО [8].

Сопоставляя доходы, а также суммарные затраты и потери данного производства, получим выражение для его ожидаемой прибыли:

$$\Pi = R - TC - D = p * Q - C_{npouse}(Q) - c_{\kappa_{AHAB}} * n - D - FC_{OKP+TTITI}$$

где $\pmb{C}_{npouse}(\pmb{Q})$ – прямые производственные затраты (включающие в себя трудовые и материальные затраты) при выпуске, равном \pmb{Q} ;

 ${\it c}_{_{\it канал}}$ – годовые постоянные затраты в расчете на один канал обслуживания;

D – штрафы и неустойки за недостаточную оперативность при выполнении заказов, в т.ч. за ожидание заказчиков в очереди;

FC_{ОКР+ТПП} — постоянные затраты (в расчете на год) на разработку и технологическую подготовку производства данного типа изделий (могут быть получены путем деления соответствующей суммы затрат на ожидаемую длительность жизненного цикла изделия).

Прибыль правомерно рассматривать как интегральный показатель эффективности работы предприятия. В качестве основной характеристики эффективности использования основных фондов в данной модели будет выступать средняя доля занятых каналов обслуживания и, соответственно, средний коэффициент загрузки производственных мощностей:

² Строго говоря, характер нестабильности спроса может быть различным, и даже одинаковому среднему значению спроса могут соответствовать различные закономерности изменения со временем текущего спроса на продукцию, в т.ч. существенно отличающиеся от характеристик пуассоновского потока. И вполне возможно, что при высокой нестабильности (когда имеют место редкие, но высокие пиковые значения спроса на продукцию) содержание мощностей, удовлетворяющих в том числе и пиковый спрос, станет принципиально неэффективным.

$$k_3 = \frac{\overline{n}_{3aH}}{n} = \frac{Q}{n * V} = \frac{Q}{V}$$
.

Для упрощения не будем учитывать непосредственные штрафы за отказ в обслуживании. Предположим, что такие штрафы и неустойки не предусмотрены контрактами, и действуют лишь естественные рыночные механизмы наказания неспособность оперативно удовлетворить запросы потребителей в виде снижения интенсивности потока обслуженных заявок Q относительно входящего потока λ (т.е. упущенной выгоды). В то же время штрафы за ожидание исполнения производственных заказов в очереди в реальности встречаются в промышленности, в т.ч. в распределенных сетевых отраслевых структурах (контракты между поставщиками и заказчиками могут предусматривать такие неустойки). Обозначив ставку такого штрафа \boldsymbol{c}_{oq} (в расчете на одну заявку в единицу времени), получим:

$$D = c_{ou} * \overline{T}_{ou} * \lambda$$
.

В приведенном виде формула суммы штрафов подразумевает, что неустойка за ожидание в очереди уплачивается как тем заказчикам, чьи заказы, в конце концов, будут исполнены, так и тем, кто покинул очередь, поскольку среднее время пребывания в ней \bar{T}_{ow} в простейших моделях СМО оценивается без разделения заявок на обслуженные и ушедшие из очереди. С экономической точки зрения такое допущение можно признать реалистичным, если с любым заказчиком заключается предварительный контракт, предусматривающий выплату производителем неустойки и при уходе заказчика вследствие срыва сроков исполнения заказов. Что касается штрафа за ожидание, в первом приближении можно считать, что его ставка имеет тот же порядок, что и ставка процента. Тогда $\mathbf{c}_{oq} \ \square \ \mathbf{i} * \mathbf{p}$.

Если считать, что прямые производственные затраты линейно зависят от выпуска, и обозначить $\boldsymbol{c}_{\textit{mpyd}}$ и $\boldsymbol{c}_{\textit{мат}}$, соответственно, удельные трудовые и материальные затраты в расчете на единицу продукции, тогда

$$\boldsymbol{C}_{\text{npouse}}\left(\boldsymbol{Q}\right) = \boldsymbol{C}_{\text{mpv}\partial}\left(\boldsymbol{Q}\right) + \boldsymbol{C}_{\text{мam}}\left(\boldsymbol{Q}\right) = \left(\boldsymbol{c}_{\text{mpv}\partial} + \boldsymbol{c}_{\text{мam}}\right) * \boldsymbol{Q} \; .$$

Таким образом, выражение для прибыли можно представить в следующем виде:

$$egin{align*} &\Pi = \left(oldsymbol{p} - oldsymbol{c}_{_{MAD}}
ight) * oldsymbol{Q} - oldsymbol{c}_{_{KAHAD}} * \ &* oldsymbol{n} - oldsymbol{c}_{_{OY}} * ar{T}_{_{OX}} * \lambda - oldsymbol{F} oldsymbol{C}_{OKP+T\Pi\Pi} = \ &= \left[oldsymbol{1} - oldsymbol{I} - oldsymbol{a} \right] * oldsymbol{R} - oldsymbol{c}_{_{KAHAD}} * oldsymbol{n} - oldsymbol{c}_{_{OY}} * ar{T}_{_{OX}} * \lambda - oldsymbol{F} oldsymbol{C}_{OKP+T\Pi\Pi} \; , \end{split}$$
 где $oldsymbol{I} = rac{oldsymbol{c}_{_{MPYD}}}{oldsymbol{p}} = rac{oldsymbol{C}_{_{MPMD}}}{oldsymbol{p}} \; ; \quad oldsymbol{a} = rac{oldsymbol{c}_{_{MAD}}}{oldsymbol{p}} \; ; \quad oldsymbol{a} = rac{oldsymbol{c}_{_{MAD}}}{oldsymbol{p}} \; , \quad \ \ \, \text{Коэффи-} \label{eq:control_fit}$

циенты соответственно трудовых и материальных затрат, т.е. стоимостные материалоемкость и трудоемкость производства, характеризующие технологию производства в данной подотрасли авиационной промышленности.

На основании той же статистики производственноэкономических показателей предприятий и подотраслей авиационной промышленности (см., например, [9 - 17]), которая служила исходной информацией для оценки коэффициентов материальных и трудовых затрат, можно оценить отношение затрат на содержание основных фондов к выручке предприятия (принимая за эти затраты капитальные вложения либо амортизационные отчисления — в последнем случае это будет стоимостная амортизациемкость):

$$\varphi = \frac{FC_{O\Pi\Phi}}{R}$$
 .

В то же время, если это отношение получено для стабильно работающего практически с полной загрузкой производства (без учета эффектов, характерных для систем массового обслуживания, работающих в нестабильной среде), тогда можно считать, что его натуральный выпуск равен

$$Q = n * v = \frac{n}{t_{_{3AKA3}}}.$$

Соответственно, выручка предприятия или подотрасли в период статистического наблюдения составляла

$$R = p * Q = p * \frac{n}{t_{aava2}}$$

тогда как постоянные затраты на содержание основных фондов были равны

$$FC_{O\Pi\Phi} = n * c_{\kappa a \mu a \pi}$$
 .

Таким образом, отношение затрат на содержание основных фондов к выручке предприятия (равное стоимостной амортизациемкости) можно представить как

$$\varphi = \frac{FC_{O\Pi\Phi}}{R} = \frac{n * c_{\kappa_{AHA\Pi}}}{p * \frac{n}{t_{_{3AKA3}}}} = \frac{c_{\kappa_{AHA\Pi}}}{p} * t_{_{3AKA3}},$$

и искомая величина $\mathbf{c}_{_{\mathit{канал}}}$ может быть выражена через цену единицы продукции, подобно материальным и трудовым издержкам:

$$oldsymbol{c}_{_{ extsf{KaHa}}} = rac{arphi}{oldsymbol{t}_{_{2a_{ extsf{A}}}a_{2a_{ extsf{A}}}}} * oldsymbol{p}$$
 .

Подставляя эти оценки в формулу ожидаемой прибыли предприятия и пренебрегая штрафом за ожидание заявок в очереди, получим следующий ее вил:

$$\begin{split} & \boldsymbol{\Pi} = \begin{bmatrix} \mathbf{1} - \boldsymbol{I} - \boldsymbol{a} \end{bmatrix} * \boldsymbol{R} - \boldsymbol{c}_{_{\boldsymbol{K}\boldsymbol{a}\boldsymbol{H}\boldsymbol{a}\boldsymbol{\Pi}}} * \boldsymbol{n} - \boldsymbol{F}\boldsymbol{C}_{_{\boldsymbol{O}\boldsymbol{K}\boldsymbol{P}+\boldsymbol{T}\boldsymbol{\Pi}\boldsymbol{\Pi}}} = \\ & = \boldsymbol{p} * \left\{ \boldsymbol{Q} * \begin{bmatrix} \mathbf{1} - \boldsymbol{I} - \boldsymbol{a} \end{bmatrix} - \frac{\boldsymbol{\varphi}}{\boldsymbol{t}_{_{\boldsymbol{3}\boldsymbol{a}\boldsymbol{K}\boldsymbol{a}\boldsymbol{3}}}} * \boldsymbol{n} \right\} - \boldsymbol{F}\boldsymbol{C}_{_{\boldsymbol{O}\boldsymbol{K}\boldsymbol{P}+\boldsymbol{T}\boldsymbol{\Pi}\boldsymbol{\Pi}}}. \end{split}$$

Оптимизационная задача выбора мощности производства, т.е. числа каналов, а также технологии производства, типов оборудования и т.п. – выглядит следующим образом:

$$\Pi = \left[1 - I^k - a^k\right] * p * Q(n, t_{3aka3}^k) - c_{\kappa a h a n}^k * n - FC_{OKP+T\Pi\Pi} \rightarrow \max_{n,k},$$

где \boldsymbol{k} — индекс технологии (и, соответственно, типов оборудования, и т.п.).

Прежде чем приступить к численным расчетам, можно качественно проанализировать поставленную оптимизационную задачу и характер зависимости оптимальных решений от параметров модели. Зависимость $\mathbf{Q}(\mathbf{n}, \mathbf{t}_{\text{заказ}})$ оценивается с помощью известных моделей простейших СМО (см., например, [8]) и обладает следующими качественными особенностями:

$$\frac{\partial \mathbf{Q}}{\partial \mathbf{n}} > \mathbf{0}$$
; $\frac{\partial^2 \mathbf{Q}}{\partial \mathbf{n}^2} < \mathbf{0}$; $\frac{\partial \mathbf{Q}}{\partial \mathbf{t}_{\text{corres}}} < \mathbf{0}$.

$$\frac{\partial k_3}{\partial n} < 0$$
; $\frac{\partial k_3}{\partial t_{2ava2}} > 0$.

Что касается различия технологий и типов оборудования, как правило, более механизированное и автоматизированное оборудование и соответствующие трудосберегающие технологии характеризуются более высокой (по сравнению со старыми технологиями преимущественно, ручным трудом) стоимостью содержания каждого канала обслуживания $\boldsymbol{c}_{\kappa a h a n}$, меньшими трудоемкостью \boldsymbol{I} и длительностью производственного цикла $\boldsymbol{t}_{3a\kappa a 3}$. Изменение материалоемкости производства при внедрении прогрессивных технологий неоднозначно. Коэффициент использования материала (КИМ), в некоторых видах производств в авиационной промышленности принимающий весьма низкие значения (порядка нескольких процентов), может как повыситься, так и понизиться.

В то же время материальные затраты на электроэнергию определенно возрастут вследствие механизации и автоматизации производства — хотя, как показывает статистика передовых зарубежных авиастроительных компаний [9-17], для устойчиво работающего предприятия с высокой загрузкой мощностей эти затраты не превышают 1-2% себестоимости продукции³.

Подчеркнем, что при описанном здесь подходе к оценке стоимости содержания канала, если при неизменной доле затрат на ОПФ в выручке (т.е. стоимостной амортизациемкости) φ сокращается время исполнения заказов, это означает увеличение стоимости содержания канала, пропорциональное росту его производительности, что видно из соответствующей формулы:

$$oldsymbol{c}_{\scriptscriptstyle{ extit{KAHAJ}}} = rac{arphi}{oldsymbol{t}_{\scriptscriptstyle{ extit{3AKA3}}}} st oldsymbol{p} = arphi st oldsymbol{p} st oldsymbol{p} st oldsymbol{v}$$
 .

Если более современное оборудование дорожает в меньшей степени, чем возрастает его производительность, это должно отражаться в сокращении

параметра φ , если же рост стоимости владения более производительным оборудованием обгоняет рост его производительности, это выражается в увеличении коэффициента φ при сокращении времени исполнения заказов $t_{\text{заказ}}$.

Поэтому, например, такое - на первый взгляд - однозначно благотворное изменение параметров модели как сокращение средней длительности выполнения заказа $t_{_{3аказ}}$ при неизменной доле затрат на основные фонды в выручке φ вполне может, после оптимизации количества каналов, привести к снижению ожидаемой прибыли предприятия. Причина в том, что, как уже было показано здесь, такое изменение параметров означает удорожание содержания канала, пропорциональное ускорению его работы. Однако оптимальное число каналов сократится, вероятнее всего, непропорционально повышению их единичной мошности, а в меньшей степени, что приведет к росту постоянных затрат на содержание производственных мощностей. И этот прирост может быть существенно выше, чем повышение доходов, достигаемое благодаря более быстрому выполнению заказов. В теории массового обслуживания широко известен похожий парадокс: если рост производительности каналов сопровождается их пропорциональным удорожанием, такое интенсивное развитие СМО менее эффективно, чем экстенсивное, т.е. просто пропорциональное увеличение количества каналов⁴.

Это свойство систем массового обслуживания (обусловленное стохастическим характером процесса их функционирования) необходимо учитывать как при выполнении модельных расчетов и выборе реалистичных параметров модели, так и при обосновании реальных решений по выбору технологии, типажа оборудования и уровня производственных мощностей.

Параметрический анализ взаимосвязи коэффициента загрузки производственных мощностей и эффективности работы предприятий авиационной промышленности

Для иллюстрации расчетов по предложенной выше модели примем следующий набор исходных данных:

- цена продукции **р** = 100 ден. ед.;
- коэффициент материальных затрат **a** = 50%;
- коэффициент трудовых затрат / = 25%;
- стоимостная амортизациемкость производства $\varphi = 5\%$:
- постоянные затраты на ОКР и ТПП (в расчете на год) **FC**_{окР+ТПП} = 1000 ден. ед./г;

³ При этом на предприятиях с низкой и нерегулярной загрузкой производственных мощностей, преимущественно простаивающих, затраты на электро- и теплоэнергию могут составлять десятки процентов общих издержек, причем это преимущественно не затраты на технологические процессы, а затраты на освещение и отопление производственных зданий и сооружений, подробнее см. [4].

⁴ Для его наглядной иллюстрации предлагается, как правило, сравнить интегральные показатели качества работы СМО – ее пропускную способность, среднюю длину очереди и время ожидания в ней, и т.п. – для двухканальной СМО и для одноканальной, но при вдвое меньшем времени выполнения заявки одним каналом. Можно доказать в общем виде, что показатели качества работы одноканальной СМО хуже, чем двухканальной, несмотря на вдвое большую производительность ее канала.

- средняя длительность исполнения одного заказа одним каналом обслуживания t_{заказ} = 30 суток;
- среднегодовой поток заявок $\lambda = 120$ заказов в год;
- допустимое время ожидания заказа в очереди $t_{\partial on} = 30$ суток.

Используемые в данном примере значения технологических коэффициентов приблизительно соответствуют большинству подотраслей авиационной промышленности (см. [9-17]), хотя, разумеется, в отдельных видах производств они могут и существенно отличаться.

На рис. З изображены полученные при таких исходных данных с помощью вышеизложенной экономико-математической модели графики зависимостей прибыли и коэффициента загрузки производственных мощностей (по вспомогательной оси ординат) от количества каналов обслуживания.

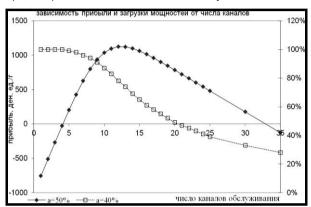


Рис. 3. Зависимость прибыли и коэффициента загрузки производственных мощностей от количества каналов обслуживания (пример 1)

Таким образом, можно видеть, что прибыль – интегральный показатель эффективности работы предприятия в рамках данного исследования – имеет выраженный максимум при некотором оптимальном количестве каналов обслуживания, равном в данном примере $n_{out} = 12$ (тогда как при детерминированном

характере поступления и исполнения заказов было бы достаточно 10 каналов, т.е. стохастический характер функционирования СМО побуждает предприятия поддерживать несколько избыточный уровень производственных мощностей), тогда как коэффициент загрузки производственных мощностей монотонно убывает с ростом количества каналов обслуживания. Следовательно, интегральный показатель эффективности (прибыль) и частный (коэффициент загрузки производственных мощностей) могут быть противоречивы, и их одновременное повышение возможно лишь в определенной области, которую в рамках данного раздела и предстоит определить.

На рис. 4, аналогичном рис. 3, изображены графики зависимостей прибыли и коэффициента загрузки производственных мощностей от количества каналов обслуживания при большей производительности оборудования, для $t_{_{3aka3}} = 10$ сут.

Качественный характер полученных в этом примере зависимостей аналогичен тому, что наблюдался на

рис. 3. Сопоставляя изображенные на рис. 3 и 4 графики зависимостей прибыли и коэффициента загрузки производственных мощностей от количества каналов обслуживания, можно получить и графики, отражающие взаимосвязи⁵ коэффициента загрузки производственных мощностей и прибыли предприятия как показателя эффективности его работы. Для двух рассмотренных выше примеров такие графики приведены ниже на рис. 5 и 6 соответственно.

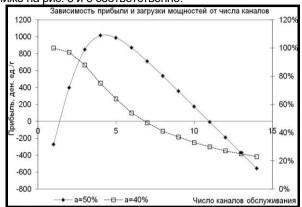


Рис. 4. Зависимость прибыли и коэффициента загрузки производственных мощностей от количества каналов обслуживания (пример 2)

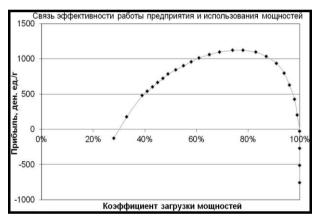


Рис. 5. Взаимосвязь прибыли предприятия и коэффициента загрузки производственных мощностей (пример 1)

Качественный характер искомой взаимосвязи при тех значениях технологических коэффициентов, которые характерны для современной авиационной промышленности, весьма стабилен и наглядно представлен на полученных графиках. Итак, предприятия несут существенные потери при коэффициентах загрузки производственных мощностей ниже 50-60%, но также – при $\mathbf{k}_{2} \geq 80-85\%$, чему, как правило, не уделяется

⁵ Подчеркнем, что в данном случае некорректно говорить о зависимости прибыли от коэффициента загрузки мощностей или наоборот, поскольку ни одну из рассматриваемых величин нельзя рассматривать как независимую переменную, определяющую значение другой величины — они обе определяются значением третьей, управляющей переменной, а именно — количества каналов обслуживания, т.е. уровня производственных мощностей.

внимания в стереотипных рекомендациях относительно эффективного использования материальнотехнической базы. Причины такого парадоксального эффекта описаны выше, в предпосылках предлагаемой в данной работе модели.

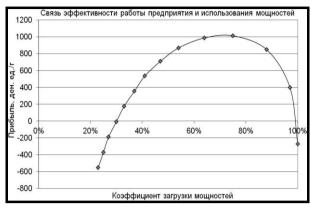


Рис. 6. Взаимосвязь прибыли предприятия и коэффициента загрузки производственных мощностей (пример 2)

Во-первых, даже если уровень производственных мощностей приблизительно соответствует ожидаемому уровню спроса на продукцию предприятия, стохастический характер поступления и исполнения заказов приводит к потерям заказов и доходов при отсутствии рациональной избыточности мощностей.

Во-вторых, близкий к 100%-му уровень загрузки производственных мощностей может наблюдаться при их явном несоответствии потенциальному объему спроса на продукцию, что приводит к существенной упущенной выгоде и потерям, тем более значительным, чем выше постоянные затраты на разработку и подготовку производства продукции.

Таким образом, при нынешнем уровне производственных технологий в авиационной промышленности область эффективных значений коэффициента загрузки производственных мощностей лежит в пределах от 60% до 80-85%.

Анализ влияния распределения производственных мощностей внутри интегрированных структур на эффективность их функционирования

Анализ общего вида графиков зависимости прибыли предприятия от уровня производственных мощностей $\Pi(n)$ показывает, что при соотношениях технологических коэффициентов, характерных для авиационной промышленности, участок графика, лежащий левее оптимума, существенно круче участка, лежащего правее оптимума. Эта асимметрия наблюдается и на графиках взаимосвязи уровня загрузки производственных мощностей и эффективности работы предприятия, изображенных на рис. 5 и 6. Т.е. дефицит производственных мощностей относительно оптимального уровня приводит к большим потерям прибыли, чем аналогичный по абсолютной (но не относительной!) величине избыток:

$$\Pi(n_{opt}) - \Pi(n_{opt} - \Delta n) > \Pi(n_{opt}) - \Pi(n_{opt} + \Delta n)$$
.

Это свойство зависимостей $\Pi(n)$ весьма существенно при оценке эффективности использования материально-технической базы предприятий и механизмов планирования ее развития. Если даже на уровне интегрированной структуры в целом объем основных производственных фондов оптимален, с точки зрения максимизации прибыли, он может быть распределен между отдельными производственными площадками неоптимальным образом, но так, что дефицит мощностей на некоторых из них уравновешивается избытком на других. И при дефиците, и при избытке мощностей возникают потери, хотя и неодинаковые.

В рассмотренных выше расчетных примерах целесообразно оценить уровень потерь прибыли предприятия при отклонениях уровня производственных мощностей от оптимального.

Так, в первом примере, если отклонение составляет $\frac{\Delta \mathbf{n}}{\mathbf{n}_{opt}}$ = -25%, относительное сокращение при-

были составит
$$\frac{\Pi \left(n_{\mathrm{opt}} \right) - \Pi \left(n_{\mathrm{opt}} - \Delta n \right)}{\Pi \left(n_{\mathrm{opt}} \right)}$$
 = - 17%.

Если в том же примере уровень производственных мощностей завышен относительно оптимального на *Ап*

$$\frac{\Delta n}{n_{opt}}$$
 = +25%, относительное сокращение прибыли

$$\text{ составит } \frac{ \boldsymbol{\Pi} \left(\boldsymbol{n}_{\text{opt}} \right) - \boldsymbol{\Pi} \left(\boldsymbol{n}_{\text{opt}} + \triangle \boldsymbol{n} \right) }{ \boldsymbol{\Pi} \left(\boldsymbol{n}_{\text{opt}} \right) } \ = \text{-} \ 6\%.$$

Во втором примере, если отклонение составляет $\frac{ \varDelta \pmb{n}}{\pmb{n}_{opt}} =$ -25%, относительное сокращение прибыли

составит
$$\frac{\Pi(n_{opt}) - \Pi(n_{opt} - \Delta n)}{\Pi(n_{opt})} = -16\%.$$

Если в том же примере уровень производственных мощностей завышен относительно оптимального на $\frac{\Delta n}{n}$ = +25%, относительное сокращение прибыли

составит
$$\frac{\Pi(n_{opt}) - \Pi(n_{opt} + \Delta n)}{\Pi(n_{opt})} = -2,6\%.$$

Таким образом, в случае нерационального распределения суммы инвестиционных средств внутри интегрированной структуры большие потери понесут те предприятия или производственные площадки, которые недополучат инвестиции, по сравнению с оптимальными их уровнями.

Причем если дефицит производственных мощностей на одних предприятиях или производственных площадках уравновешивается избытком на других, общие потери прибыли по всей интегрированной структуре будут приблизительно равны среднему арифметическому ранее вычисленных потерь отдельных предприятий.

То есть, например, при отклонениях объема инвестиций от оптимального в пределах 25%, можно рассчитывать на общие потери прибыли на уровне 10-12%. В то же время в силу нелинейного характера зависимости прибыли от уровня производственных мощностей неправомерно экстраполировать полученные, относительно небольшие, оценки потерь на большие значения погрешностей при определении рационального уровня инвестиций в развитие каждого предприятия или производственной площадки. Так, если в приведенных выше примерах относительное отклонение от оптимума составит 50%. то

• в первом примере относительное сокращение прибы-

ли составит
$$\frac{\Pi\left(n_{opt}\right) - \Pi\left(n_{opt} - \Delta n\right)}{\Pi\left(n_{opt}\right)}$$
 = -62% и

$$\frac{\Pi(n_{opt}) - \Pi(n_{opt} + \Delta n)}{\Pi(n_{opt})} = -20\%;$$

• во втором примере относительное сокращение прибы-

ли составит
$$\frac{\boldsymbol{\Pi}\left(\boldsymbol{n}_{opt}\right) - \boldsymbol{\Pi}\left(\boldsymbol{n}_{opt} - \Delta \boldsymbol{n}\right)}{\boldsymbol{\Pi}\left(\boldsymbol{n}_{opt}\right)} = -61\%$$
 и

$$\frac{\Pi(n_{opt}) - \Pi(n_{opt} + \Delta n)}{\Pi(n_{opt})} = -14\%,$$

т.е. среднестатистические потери по всей интегрированной структуре возрастут до уровня порядка 38-41%, и т.д.

Анализ эффективности стимулов повышения эффективности использования и развития материально-технической базы предприятий авиационной промышленности

Высокая загрузка мощностей может быть достигнута и при занижении уровня мощностей относительно фактического спроса. При этом коэффициент загрузки может достигать 100%, и фондоотдача будет наивысшей из возможных при данной технологии. Однако прибыль предприятия, ввиду малого выпуска, может быть малой, нулевой или даже отрицательной. В описанной ситуации основная часть постоянных затрат, разумеется, будет приходиться на стоимость ОКР и ТПП, а не на владение производственными мощностями. Более того, низкий уровень мощностей и малый выпуск продукции не позволит выполнить принятые в отрасли производственные программы, обладающие критической важностью как в военном, так и в гражданском сегментах.

В связи с обозначенной опасностью особую важность приобретает проблема стимулов, определяющих выбор руководителей предприятий и подразделений. В частности, если сконцентрировать внимание исключительно на коэффициенте загрузки мощностей или фондоотдаче, руководители могут быть заинтересованы именно в такой, минималистской, стратегии, гарантируя высокую загрузку мощностей. Однако при этом, очевидно, не будут вы-

полняться объемные целевые показатели производственных программ. Возможно, следует одновременно задавать объемы выпуска (и допустимые времена исполнения заказов) и минимально допустимый уровень загрузки мощностей? В то же время, поскольку и при высокой загрузке производственных мощностей возможны потери вследствие длительного исполнения заказов, возможно, что следует ограничивать коэффициент загрузки мощностей и сверху — либо ставить ограничения на качество обслуживания заказов, т.е. ожидаемое время ожидания в очереди.

Обоснование рациональных механизмов контроля и мониторинга эффективности использования материально-технической базы предприятий авиационной промышленности требует экономико-математического анализа на основе предложенных выше моделей и методов.

Возникает вопрос: насколько вообще оправдано администрирование уровня загрузки мощностей, т.е. частного показателя, характеризующего эффективность использования материально-технической базы, но не эффективность работы предприятия? Возможно, само руководство предприятий оптимизирует его (по критерию максимизации целевой функции более высокого уровня) под влиянием естественных экономических стимулов? Если предприятия обладают хозяйственной самостоятельностью и максимизируют прибыль, они и сами будут заинтересованы в оптимальном, с экономической точки зрения, использовании основных фондов.

Однако нередко техническое перевооружение, развитие материально-технической базы проводится за государственный счет, и потому не рассматривается при расчете затрат и прибыли. В этом случае руководители заинтересованы в том, чтобы заявить высокие объемы потребных инвестиций. Во избежание этого им (и даже руководителям отдельных подразделений, работающих по хозрасчетной системе, производственных площадок, функционирующих в качестве центров прибыли) могут быть вменены амортизационные отчисления, снижающие стимулы к закупке избыточного оборудования.

Какие риски сопровождают такой институциональный механизм? На первый взгляд, он в полной мере вводит затраты на владение материально-технической базой в состав издержек данного предприятия или подразделения, корректируя оптимальные решения по выбору числа каналов обслуживания заказов и их типа в соответствии с моделью, изложенной выше. Однако при коротком горизонте планирования ЛПР сумма амортизационных отчислений за данные объекты материально-технической базы окажется многократно ниже фактически понесенных капитальных затрат. Таким образом, целесообразно оценить влияние воспринимаемой, или эффективной (для ЛПР) стоимости содержания канала на оптимальное их количество, а также на прибыль предприятия, с учетом не воспринимаемых, а фактических затрат на приобретение объектов материально-технической базы.

В рамках ранее предложенной модели оптимизации состава и численности парка производственного оборудования, введем коэффициент $\mathbf{0} \le \rho \le \mathbf{1}$,

характеризующий отношение воспринимаемой стоимости оборудования к его фактической стоимости. Он может оцениваться, например, как отношение суммы амортизационных отчислений за период, соответствующий горизонту планирования, к балансовой стоимости оборудования.

Фактически в этом случае он приблизительно равен отношению длительности горизонта планирования к нормативному сроку службы оборудования. и может быть порядка нескольких десятых. Можно трактовать данный коэффициент как коэффициент ответственности руководителей предприятий или подразделений за заявленные ими необходимые объемы основных производственных фондов. Если бы требуемое оборудование, здания и сооружения полностью оплачивались из собственных средств предприятия или подразделения, данный коэффициент равнялся бы единице, и принятие решений о развитии материально-технической базы соответствовало бы ранее представленным моделям. Наоборот, значение ρ = 0 соответствует полной безответственности. т.е. бесплатному выделению любых запрашиваемых объемов основных фондов. С учетом данного коэффициента ответственности уже следует рассматривать не фактические (понесенные, преимущественно, государственным бюджетом), а эффективные, т.е. воспринимаемые ЛПР значения постоянных затрат на содержание основных фондов и прибыли предприятия.

Тогда задача оптимизации объема основных производственных фондов (и в общем случае их качественного состава, т.е. типов оборудования, его характеристик) ставится именно как задача максимизации эффективной прибыли в следующем виде:

$$\Pi_{3\phi\phi} = \left[1 - I^{k} - a^{k}\right] * p * Q(n, t_{3aka3}^{k}) - c_{kahan 3\phi\phi}^{k} * n - c_{o4}^{k} * \overline{T}_{ox}(n, t_{3aka3}^{k}) * \lambda - FC_{OKP+T\Pi\Pi} \rightarrow \max_{n,k},$$

где
$$\mathbf{C}_{\kappa a \mu a \pi}^{k} = \rho * \mathbf{C}_{\kappa a \mu a \pi}^{k}$$
;

 ${m k}$ — индекс технологии (и, соответственно, типов оборудования и т.п.).

На рис. 7 представлены графики зависимости эффективной прибыли предприятия от численности парка оборудования, аналогичные таковым на рис. 3, и построенные для следующих значений коэффициента ρ : 0,1; 0,2 и 0,5. Нулевое значение данного коэффициента ответственности, очевидно, приведет к вырожденному результату: эффективная прибыль продолжает монотонно возрастать с увеличением количества каналов обслуживания, и оптимума не существует. При отличных от нуля значениях коэффициента ответственности оптимальное количество каналов остается конечным, но возрастает по мере сокращения данного коэффициента.

С одной стороны, даже при его многократном снижении относительно единицы оптимальное количество каналов обслуживания и, соответственно, оптимальный (для лиц, принимающих решения по критерию максимизации эффективной прибыли)

уровень производственных мощностей возрастает слабо. Так, если при ρ = 1, n_{out} = 12, то

- при ρ = 0,5, $\boldsymbol{n_{opt}}$ = 14;
- при ρ = 0,2, $\boldsymbol{n_{opt}}$ = 16;
- при ρ = 0,1, \boldsymbol{n}_{opt} = 17.

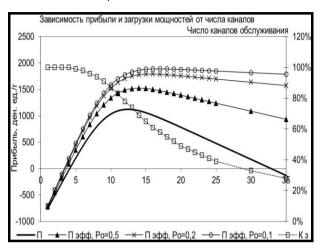


Рис. 7. Зависимость эффективной прибыли от количества каналов обслуживания при различных значениях коэффициента ответственности за приобретение основных средств (пример 1)

С другой стороны, даже такое, относительно малое, увеличение количества каналов относительно оптимального по критерию максимизации прибыли (при ρ = 1) приводит к ее прогрессирующему (по мере роста количества каналов) сокращению относительно максимально достижимого уровня – в рассмотренном примере, соответственно,

- на 2% при ρ = 0,5;
- на 10% при ρ = 0,2;
- на 15% при $\rho = 0.1$.

На рис. 8, аналогичном рис. 7, приведены результаты расчетов при большей производительности оборудования, для $t_{\scriptscriptstyle 3ака3}$ = 10 сут.

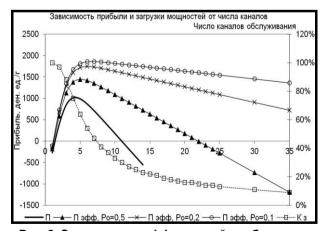


Рис. 8. Зависимость эффективной прибыли от количества каналов обслуживания при различных значениях коэффициента ответственности за приобретение основных средств (пример 2)

В этом примере оптимальное количество каналов обслуживания меньше, поскольку они более производительны, но оно также возрастает по мере снижения коэффициента ответственности. Соответственно, прибыль предприятия сокращается из-за принятия ЛПР неоптимальных решений (точнее, принятия квазиоптимальных решений по искаженному критерию):

- на 3% при ρ = 0,5 (n_{opt} = 5 вместо четырех каналов при полной ответственности за приобретение основных средств);
- на 14% при ρ = 0,2 (\boldsymbol{n}_{out} = 6);
- на 30% при ρ = 0,1 (\boldsymbol{n}_{opt} = 7).

Таким образом, в случае использования более производительного и дорогостоящего оборудования, влияние (однозначно негативное) неполной ответственности ЛПР за приобретение объектов материально-технической базы на эффективность работы предприятия усиливается. Следовательно, именно в этих случаях наиболее актуален мониторинг эффективности использования материально-технической базы, поскольку для ее обеспечения может быть недостаточно естественных экономических стимулов.

Кроме того, анализ графиков показывает еще одну важную особенность поведения оптимальных решений по мере сокращения коэффициента ответственности. Чем ниже его значение, тем более пологим становится участок зависимости эффективной прибыли от числа каналов обслуживания, лежащий правее оптимума. Т.е. ЛПР по критерию максимизации эффективной прибыли, может без особого ущерба (с точки зрения воспринимаемых им затрат) запрашивать и более высокий уровень мощностей.

Это может привести (и приводит на практике) к еще большим потерям (вплоть до отрицательных значений прибыли) для предприятия, интегрированной структуры и государственного бюджета, остающегося важнейшим источником средств для технического перевооружения предприятий авиационной промышленности.

Таким образом, сложившиеся институциональные механизмы принятия решений о необходимом уровне производственных мощностей с неполной ответственностью ЛПР за фактически понесенные капитальные затраты могут приводить к существенному завышению объема основных производственных фондов относительно оптимальных значений, существенному снижению прибыли или даже к убыткам. Причем даже при вменении руководству предприятий или хозрасчетных подразделений 100% амортизационных отчислений на приобретенные основные фонды, нельзя считать, что коэффициент ρ составляет 100%, в силу вышеописанного влияния короткого горизонта планирования.

Строго говоря, ρ = 1 лишь в единственном случае: если предприятие или подразделение полностью финансирует капитальные затраты на приобретение и ввод в строй соответствующих объектов материально-технической базы из собственных средств, например, из прибыли.

И хотя большинство предприятий российской авиационной промышленности не располагает соответ-

ствующим объемом свободного денежного потока, такие прецеденты имели место на отдельных, наиболее успешных, предприятиях – причем даже в кризисные для отрасли периоды.

Так, существенная доля работ и закупки оборудования в рамках технического перевооружения авиастроительных заводов в Комсомольске-на-Амуре, Иркутске, двигателестроительных предприятий «Салют» и УМПО была профинансирована за счет доходов соответствующих предприятий от экспорта продукции — боевых самолетов семейства Су-27/30, авиадвигателей АЛ-31 и т.п. При этом, как показывает апостериорный анализ, также не полностью были решены проблемы обеспечения оптимального состава и численности парка закупаемого оборудования, его эффективного использования в дальнейшем.

Однако причины возможных неоптимальных решений в таких случаях уже не связаны с искаженными экономическими стимулами — может иметь место ограниченная рациональность, вызванная дефицитом информации, а также временными ограничениями на принятие необходимых инвестиционных решений.

Следует учитывать, что потери приносит не только нерациональное распределение инвестиционных ресурсов, но и задержки развития производственного потенциала предприятий авиационной промышленности, по причинам проигрыша во временной конкуренции, а также потерь при несвоевременном внедрении ресурсосберегающих технологий.

В работе [3] была предложена экономико-математическая модель, позволяющая оценить рациональную глубину проработки инвестиционных решений о развитии производственных мощностей (в т.ч. тщательность обоснования планов обеспечения их загрузки) с учетом необходимых для этого затрат времени.

Анализ целесообразности контроля прочих показателей эффективности использования материальнотехнической базы (фондоотдачи, фондоемкости и др.)

В качестве показателя эффективности использования материально-технической базы в данном исследовании рассматривается, прежде всего, коэффициент загрузки производственных мощностей. Что касается иных распространенных показателей — например, фондоотдачи — их абсолютизация, тем более, некорректна.

Поскольку фондоотдача представляет собой отношение стоимостного объема выпущенной за год продукции к балансовой стоимости основных производственных фондов, ее повышения можно добиться, например, за счет выбора менее фондоемких (но более трудоемких и в целом менее эффективных) технологий. Однако современная тенденция развития производственных технологий – механизация, затем автоматизация (роботизация и интеллектуализация) производства – объективно сопровождается ростом фондоемкости производства, но, как правило, повышает его экономическую эффективность. В принципе, отмеченная выше низкая амортизациемкость совре-

менного авиастроительного производства (в особенности, собственно самолето- и вертолетостроения, т.е. производства планера и сборки летательных аппаратов) во многом и обусловлена сохраняющимся до сих пор преобладанием ручного труда.

До сих пор, в рамках традиционных технологий производства цельнометаллических летательных аппаратов, уровень механизации (а, тем более, автоматизации) в этих подотраслях был весьма низким даже на передовых зарубежных предприятиях. В то же время переход к современным и перспективным конструкциям и технологиям подразумевает и повышение уровня автоматизации производства. причем, даже безотносительно к стоимости рабочей силы. Так, например, широкое использование полимерно-композитных материалов для производства ответственных элементов силового набора и обшивки планера практически неизбежно требует автоматизации технологических процессов. При этом растет фондоемкость производства (и сокращается его трудоемкость), а фондоотдача сокращается. Таким образом, предъявление изолированных требований к фондоотдаче как частному показателю некорректно и может привести к блокированию внедрения прогрессивных технологий.

Также фондоотдача может сократиться и при внедрении более производительного автоматизированного оборудования в случае концентрации однородных производств в составе центров технологической компетенции (ЦТК) при переходе к более прогрессивной (в современных условиях - сетевой) организационной структуре авиационной промышленности. Если на предприятиях полного цикла производства внедрение такого оборудования могло быть нерентабельным, то в ЦТК ввиду консолидации потоков заказов оно уже может быть эффективным. Причем, если на коэффициенте загрузки мошностей описанные изменения отразятся позитивно, то фондоотдача может сократиться, что не свидетельствует о неэффективности внедрения прогрессивных технологий и современного оборудования.

Таким образом, использование фондоотдачи даже в качестве частного показателя эффективности использования материально-технической базы предприятий некорректно, особенно в периоды масштабного технического перевооружения отрасли. Принятие управленческих решений на основе такого показателя может привести к блокированию внедрения прогрессивных технологий. Проведенный анализ показал, что лишь натуральный показатель загрузки производственных мощностей следует рассматривать в качестве показателя эффективности использования материально-технической базы - учитывая при этом его неоднозначную связь с интегральными показателями эффективности функционирования предприятий, установленную в данной работе.

выводы

1. Взаимосвязь общепринятых показателей эффективности использования материально-технической базы (коэффициента загрузки производственных мощностей, фондоотдачи и т.п.) и интегральных эффективности работы предприятий — прибыли, рентабельности — является немонотонной и неоднозначной. Экономико-математический

анализ этой взаимосвязи показал, что при нынешнем уровне производственных технологий в авиационной промышленности область эффективных (оптимальных, с точки зрения максимизации прибыли предприятий) значений коэффициента загрузки производственных мощностей лежит в пределах от 60% до 80-85%. Предприятия несут существенные потери прибыли как при снижении коэффициента загрузки мощностей ниже 50-60%, так и стремясь достичь 100%-й загрузки производственных мощностей, по следующим причинам:

- близкий к 100%-му уровень загрузки производственных мощностей может достигаться, если уровень производственных мощностей существенно ниже потенциального объема спроса на продукцию, что приводит к существенной упущенной выгоде и потерям, тем более значительным, чем выше постоянные затраты на разработку и подготовку производства;
- даже если уровень производственных мощностей приблизительно соответствует ожидаемому уровню спроса на продукцию предприятия, стохастический характер поступления и исполнения заказов приводит к потерям заказов и доходов при отсутствии рациональной избыточности мощностей.

Таким образом, следует контролировать, в первую очередь, заведомо низкий уровень загрузки производственных мощностей, порядка 50-60% и ниже. В то же время и высокий, близкий к 100%, уровень загрузки производственных мощностей может свидетельствовать о наличии резервов роста мощностей и выпуска продукции, улучшения качества работы предприятий и подразделений благодаря сокращению сроков выполнения производственных заказов.

2. Даже при оптимальном уровне производственных мощностей и их загрузки в рамках интегрированных структур, могут наблюдаться дисбалансы на уровне отдельных подразделений или производственных площадок, уравновешивающие друг друга. Оценки, проведенные с использованием значений технологических коэффициентов, характерных для современной авиационной промышленности, показывают, что при отклонениях от оптимальных уровней производственных мощностей на 25% возможные потери прибыли предприятий в целом по интегрированной структуре могут достигать 10-12%, а при 50%-м отклонении – до 38-40%.

Таким образом, мониторинг эффективности использования материально-технической базы предприятий авиационной промышленности в обязательном порядке должен предусматривать мониторинг в реальном масштабе времени коэффициента загрузки производственных мощностей не только на уровне интегрированных структур и крупных предприятий, но и отдельных производственных площадок, производственных участков и т.п.

3. Мониторинг других частных показателей эффективности использования материально-технической базы предприятий авиационной промышленности — прежде всего, фондоотдачи — может проводиться лишь в справочно-информационных целях, его результаты не следует использовать изолированно для принятия управленческих решений в силу неоднозначного характера фондоотдачи как показателя эффективности.

Стремление к ее максимизации может привести к выбору менее фондоемких, но более трудо- и материалоемких технологий, заведомо неэффективных при нынешнем уровне технологического развития большинства подотраслей авиационной промышленности. Тенденция механизации и автоматизации труда в самолето- и вертолетостроении практически гарантированно сопровождается снижением фондоотдачи производства, однако экономически целесообразна и объективно обусловлена требованиями к перспективным летательным аппаратам и их характеристикам.

4. Сложившиеся механизмы принятия решений о необходимом уровне производственных мощностей характеризуются неполной ответственностью руководства предприятий

или подразделений за фактически понесенные капитальные затраты, и приводят к существенному (нередко многократному) завышению объема основных производственных фондов относительно оптимальных значений, существенному снижению прибыли или даже к убыткам. Анализ показывает, что данная проблема не устраняется полностью даже при вменении руководству предприятий или хозрасчетных подразделений 100% амортизационных отчислений на приобретенные основные фонды, в силу короткого, по сравнению с нормативным сроком их службы, горизонта планирования. Экономико-математическое моделирование показывает, что возможные потери прибыли вследствие неполной ответственности лиц, принимающих решения, за понесенные капитальные затраты и избыточного объема приобретаемых основных фондов, могут достигать 15-30%, причем, больший уровень потерь характерен при использовании высокопроизводительного дорогостоящего оборудования большой единичной мощности.

Таким образом, естественные экономические стимулы могут быть недостаточно действенными для обеспечения рационального принятия решений о приобретении объектов материально-технической базы предприятий авиационной промышленности, что обусловливает актуальность непосредственного мониторинга уровня загрузки производственных мощностей, причем, не только уже введенных в строй, но и планируемых. Целесообразно создание интегральной системы мониторинга эффективности использования и развития материально-технической базы предприятий авиационной промышленности.

Литература

- Байбакова Е.Ю. Анализ взаимодействия поставщиков и заказчиков высокотехнологичной продукции в сетевых структурах [Текст] / Е.Ю. Байбакова, В.В. Клочков // Экономический анализ: теория и практика. – 2013. – №43. – С. 26-39.
- Гончаренко С.Н. Оценка влияния эффективности использования технологического оборудования на результаты производственно-хозяйственной деятельности горнодобывающего предприятия [Текст] / С.Н. Гончаренко // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2007. – №10. – С. 194-202.
- Клочков В.В. Экономические проблемы распределения инвестиционных ресурсов при модернизации предприятий авиационной промышленности [Текст] / В.В. Клочков // Russian journal of management. – 2015. – Vol. 3; iss. 2. – Рр. 111-122.
- Клочков В.В. Эффективное управление использованием и развитием производственного потенциала авиастроительных предприятий в нестабильных условиях [Текст] / В.В. Клочков, Н.Н. Чернышова // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2012. – №45. – С. 10-21.
- Козлов Д. Портфель заказов на самолеты семейства Ил-76 составляет 42 машины [Текст] / Д. Козлов // Авиапорт.ру. – 2006. – 11 янв. Режим доступа: http://www.aviaport.ru/.
- Критская С.С. Анализ влияния темпов освоения производства новой техники на ее конкурентоспособность [Текст] / С.С. Критская, В.В. Клочков // Экономический анализ: теория и практика. 2013. №4. С. 11-22.
- Россия поставит Китаю партию Ил-76 и Ил-78 [Текст] // РИА «Новости». – 2005. – 8 сент.
- Таха X. Введение в исследование операций [Текст] / X. Таха. – 6-е изд. – М.: Вильямс, 2001. – 916 с.
- Aircraft engine and engine parts manufacturing: 1997 // 1997; Economic census. Manufacturing. Industry series [Text]. – U.S. Census Bureau, 1999.
- Aircraft engine and engine parts manufacturing: 2002 // 2002 Economic census. Manufacturing. Industry series [Text]. – U.S. Census Bureau, 2004.

- Aircraft engine and engine parts manufacturing: 2007 // 2007 Economic census. Manufacturing. Industry series [Text]. – U.S. Census Bureau, 2009.
- Aircraft manufacturing: 1997 // 1997 Economic census. Manufacturing. Industry series [Text]. U.S. Census Bureau, 1999.
- Aircraft manufacturing: 2002 // 2002 Economic census. Manufacturing. Industry series [Text]. U.S. Census Bureau, 2004.
- Aircraft manufacturing: 2007 // 2007 Economic census. Manufacturing. Industry series [Text]. U.S. Census Bureau, 2009.
- Other aircraft parts and auxiliary equipment manufacturing: 1997 [Text] // 1997 Economic census. Manufacturing. Industry series. – U.S. Census bureau, 1999.
- Other aircraft parts and auxiliary equipment manufacturing: 2002 [Text] // 2002 Economic census. Manufacturing. Industry series. – U.S. Census bureau, 2004.
- Other aircraft parts and auxiliary equipment manufacturing: 2007 [Text] // 2007 Economic census. Manufacturing. Industry series. – U.S. Census bureau, 2009.

Ключевые слова

Авиационная промышленность; производственная мощность; коэффициент загрузки; прибыль; эффективность; экономические стимулы.

Клочков Владислав Валерьевич

РЕЦЕНЗИЯ

Актуальность темы. Статья посвящена анализу корректности традиционных рекомендаций в области использования производственных мощностей предприятий и планирования их уровня. Как правило, рекомендуется обеспечивать близкую к 100%-й загрузку производственных мощностей, и планировать их уровень таким образом, чтобы он соответствовал ожидаемому спросу на продукцию. Однако отсутствие избыточности мощностей в условиях нестабильного спроса (а, тем более, их дефицит) приводит к задержкам реализации производственных заказов, влекущим за собой потери, упущенную выгоду и т.п. Следовательно, не только слишком низкие, но и слишком высокие уровни загрузки производственных мощностей могут свидетельствовать о снижении эффективности работы предприятия в целом.

В то же время, действующие в российской высокотехнологичной промышленности экономические стимулы не обеспечивают должной заинтересованности руководства предприятий в обеспечении рационального уровня производственных мощностей. Нередки случаи приобретения заведомо избыточного оборудования, которое не будет загружено на экономически эффективном уровне. Необходимо выработать рекомендации по совершенствованию системы стимулирования и мониторинга эффективности использования и развития производственного потенциала предприятий. Нерешенность указанных проблем обусловила актуальность и своевременность тематики рецензируемой рукописи.

Научная новизна и практическая значимость. Автором разработана экономико-математическая модель процесса выполнения предприятием стохастического потока производственных заказов, основанная на классической теории массового обслуживания. С помощью модели определяются как ожидаемая прибыль предприятия, так и коэффициент загрузки его производственных мощностей, что позволяет далее непосредственно исследовать их взаимосвязь. Предложен метод идентификации параметров модели на основе доступной отраслевой статистики, и определены оптимальные (для современной авиационной промышленности) диапазоны значений коэффициента загрузки оборудования, обеспечивающие значение прибыли, близкое к максимальному.

Также к новым научным результатам следует отнести оригинальную модель определения менеджментом предприятия квазиоптимального уровня производственных мощностей, основанную на введении «коэффициента ответственности», отражающего соотношение между реальным уровнем капитальных затрат и уровнем, воспринимаемым менеджерами в силу институциональных факторов. Выработаны практически важные рекомендации по совершенствованию системы стимулирования, а также мониторинга эффективности использования производственных мощностей предприятий авиационной промышленности.

Заключение: Существенных замечаний к результатам исследования нет, рецензируемая статья представляет значительный

научный и практический интерес. Рекомендую ее к опубликованию в журнале «Аудит и финансовый анализ».

Фролов И.Э., д.э.н., заведующий лабораторией, ФГБУН «Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской Академии наук, г. Москва.

Перейти на ГЛАВНОЕ МЕНЮ