

# ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

---

В.В. Клочков, д-р экон. наук,  
Е.В. Варюхина, аспирант,<sup>1</sup>  
г. Москва

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ЗА ОТКАЗЫ ТЕХНИКИ

Предложены упрощенные модели политики предприятий-производителей в отношении ответственности за отказы своей продукции. Показано, что производителям во многих случаях экономически выгодно априори принимать на себя ответственность за отказы изделий (в т.ч. с тяжелыми последствиями) безотносительно к их фактическим причинам.

**Ключевые слова:** отказы, конструктивно-производственные недостатки, ответственность, экономическая заинтересованность.

### Целесообразность признания производителем ответственности за «спорные» отказы

Отказы техники могут повлечь за собой не только ее дорогостоящий ремонт, но также простой машин, оборудования и сопряженные с ними потери. Даже неопасные сами по себе отказы оборудования, например, в сфере жизнеобеспечения (в энергетике или в жилищно-коммунальном хозяйстве) могут представлять собой угрозу экономике и здоровью населения. Поэтому нередко возникает проблема определения ответственности за отказ. В общем случае он может произойти:

- по вине производителя, т.е. по причине *конструктивно-*

*производственных недостатков* (далее КПН) изделия;

- по вине потребителя (эксплуатанта), допустившего нарушения условий эксплуатации, не проводящего надлежащее техническое обслуживание и ремонт, и т. п.;
- по иным причинам – например, по вине третьих лиц, вследствие стихийных явлений и т. п.

В силу усложнения современной техники и наличия множества факторов, влияющих на ее функционирование, определение причин отказов и поломок нередко затруднено. Неопределенность ответственности за отказы техники порождает затяжные конфликты производителей и эксплуатирующих организаций. Ряд авторитетных специалистов [1] видит выход в совершенствовании нормативно-правовой базы. т.е. в повышении *полноты контрактов* между производителями и эксплуатантами, если пользоваться терминами институциональной экономической теории. В

---

<sup>1</sup> *Клочков Владислав Валерьевич* – доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН; e-mail: vlad\_klochkov@mail.ru  
*Варюхина Екатерина Витальевна* – аспирант Московского физико-технического института (государственного университета); e-mail: eyebrow@yandex.ru

то же время ведущие производители сложной техники все чаще априорно принимают на себя ответственность за отказы, а также проводят превентивные отзывные кампании по предупреждению возможных отказов и поломок.

На первый взгляд, такая «благотворительная» политика однозначно приводит лишь к повышению затрат производителя. Она нацелена на улучшение его имиджа и может проводиться исключительно кратковременно для завоевания рынка. Однако в действительности такие взаимоотношения с заказчиками многие производители сложной техники практикуют на протяжении десятилетий. Можно показать, что описанная политика может приводить не к повышению, а к снижению затрат производителей. Прежде всего, положительный экономический эффект достигается благодаря устранению затрат на установление ответственности за отказ. Можно приближенно определить, когда ожидаемые суммарные затраты производителя будут ниже при априорном признании своей ответственности за отказы изделий, чем при детальном расследовании причин каждого отказа и «справедливом» установлении ответственности.

Пусть по вине производителя происходит доля  $\beta$  всех «спорных» отказов, а по иным причинам соответственно доля  $(1 - \beta)$ . Обозначим  $c_{уст}$  средние затраты на установление виновного в отказе. Естественно предположить, что они будут возложены по окончании расследования на виновного. Кроме собственно затрат на технические мероприятия (дефектацию отказавшего изделия), в эту сумму необходимо включить различные транзакционные издержки – вплоть до судебных, затраты на принуждение виновного к исполнению своих обязательств и т. п.

Пусть  $c_{восст}$  – средние затраты на восстановление работоспособности из-

делия (в сумме с возможными потерями из-за простоя, штрафами и неустойками). Тогда ожидаемые затраты и потери производителя при «справедливом» определении ответственности составят  $\beta \cdot (c_{уст} + c_{восст})$  в расчете на один отказ, а при априорном признании своей ответственности –  $c_{восст}$ . Приравнивая эти величины, получим следующее условие. Производителю выгоднее априорно признавать свою ответственность, устраняя отказы за свой счет, если:

$$\frac{c_{уст}}{c_{восст}} > \frac{1-\beta}{\beta},$$

или

$$\beta > \frac{c_{восст}}{c_{уст} + c_{восст}} = \frac{1}{1 + c_{уст}/c_{восст}}. \quad (1)$$

На рис. 1 заштрихована область параметров,

$$\left( \frac{c_{уст}}{c_{восст}}; \beta \right)$$

в которой выполняется полученное условие.

Например, если затраты на установление истинного виновника отказа сравнимы с затратами на устранение его последствий ( $c_{уст} \approx c_{восст}$ ), то добровольное принятие на себя ответственности за отказы изделий становится выгодным производителю уже при  $\beta = 0,5$ , т. е. если по его вине происходит около половины отказов. Если же доля отказов по вине производителя больше половины (что характерно для начальных периодов эксплуатации нового типа изделий), даже при меньших затратах на определение виновного в отказе, последнее становится нецелесообразным.

Таким образом, к обоюдной выгоде производителя и эксплуатанта устраняется неэффективный бизнес-процесс установления ответственности за отказ

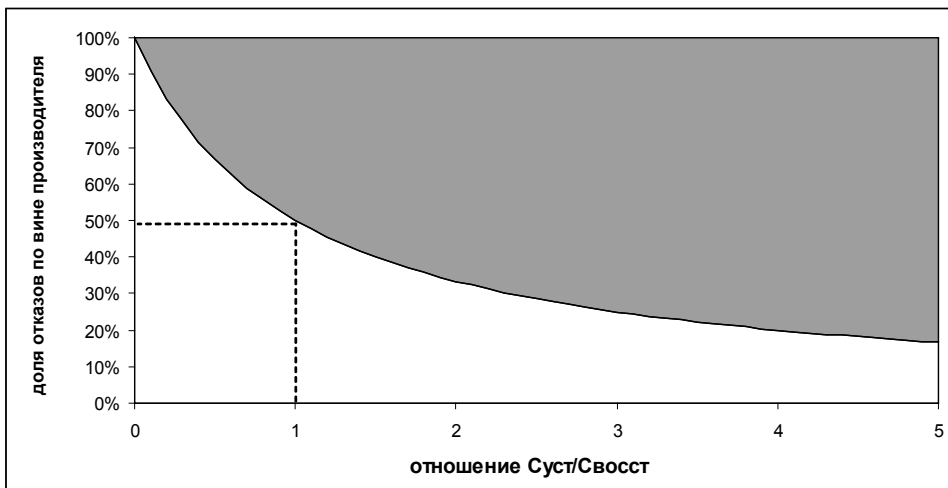


Рис. 1. Область предпочтительности априорного признания производителем ответственности за отказы

или поломку изделия. Помимо прямых денежных затрат, он нередко влечет за собой и значительные временные потери. Строго говоря, даже если предусмотрено установление виновного в отказе или поломке, эта процедура может не приводить к дополнительным простоям техники. Производитель может оперативно заменять отказавшие узлы и агрегаты, минимизируя время простоя, и продолжение эксплуатации изделия не будет зависеть от установления истинных причин отказа замененных элементов. Однако для этого необходимо содержать обменный фонд сменных узлов и агрегатов.

#### **Взаимоотношения производителей с эксплуатантами и совершенствование продукции**

Стратегический эффект описанной политики не сводится лишь к улучшению имиджа производителя и повышению доверия к нему заказчиков (хотя это немаловажно для поставщиков дорогостоящей долговечной техники, продажу и сервисное сопровождение которой образно называют «контрактом на всю

жизнь»). Исследование отказавших в эксплуатации деталей, узлов и агрегатов, выявление причин отказов и поломок включает механизм обратной связи между эксплуатацией, разработкой и производством. По результатам таких исследований производитель может совершенствовать конструкцию и технологию изготовления, эксплуатационную документацию. В итоге повышаются надежность, экономическая эффективность и конкурентоспособность его продукции, как следствие – возрастают объем продаж, выручка и прибыль.

Затраты и потери, вызванные отказами техники, особенно велики в начале периода эксплуатации нового типа изделий, страдающего «детскими болезнями». Данная проблема не является специфической для российского машиностроения. Сам процесс постепенного повышения надежности изделий, устранения КРН по мере накопления опыта эксплуатации обусловлен объективными закономерностями развития техники. Однако именно для отечественного машиностроения описанная проблема

стала одним из решающих негативных факторов, приводящих к низкой конкурентоспособности продукции.

Причина в том, что зарубежные машиностроители, традиционно работающие на конкурентных рынках, изначально проводят ответственную и дружественную по отношению к заказчику политику, принимая на себя обязательства по оперативному и бесплатному устранению отказов. Что касается отечественных производителей, они, по выражению ряда руководителей российских авиакомпаний [1], «привыкли проводить расширенные испытания своих изделий в парке эксплуатанта и за его счет». Такая политика, вполне допустимая при наличии единой общегосударственной авиакомпании, оказалась плохо совместимой с экономическими интересами независимых коммерческих авиакомпаний. Необходимо отдать должное работникам Пермского моторного завода – оказавшись в конкурентной рыночной среде, они последовательно работают над повышением надежности своей продукции, демонстрируя готовность оперативно решать в контакте с авиакомпаниями проблемы, возникающие при эксплуатации двигателей ПС-90А.

Для изучения стратегических аспектов взаимодействия производителя с эксплуатантами в процессе совершенствования новой техники, построим следующую упрощенную модель. В качестве примера рассмотрим рынок гражданской авиатехники. Обозначим  $t = 1, 2, \dots, T$  годы периода продаж данного типа изделий. Пусть в первый год эксплуатации средняя наработка на отказ из-за КПН составляет  $\tau_{\text{КПН}}(1)$ . Предположим, что по мере накопления опыта она возрастает по следующему закону:

$$\tau_{\text{КПН}}(t) = (1 - \lambda_{\text{надежн}})^{-\log_2 N_{\text{КПН}}(t)} \cdot \tau_{\text{КПН}}(1), \quad (2)$$

где  $N_{\text{КПН}}(t)$  – накопленное к началу года  $t$  число отказов из-за КПН (т.е. накопленный опыт);

$\lambda_{\text{надежн}}$  – темп обучения в процессе устранения КПН. Если, например, он равен 10 %, при каждом удвоении накопленного опыта интенсивность потока соответствующих отказов изделия снижается на 10%.

Накопленное к началу года  $t$  число отказов из-за КПН можно оценить следующим образом:

$$N_{\text{КПН}}(t) = \sum_{s=1}^{t-1} n_{\text{КПН}}(s), \quad (3)$$

где  $n_{\text{КПН}}(s)$  – число отказов из-за КПН в году  $s$ .

Обозначим  $\tau_{\text{др}}$  среднюю наработку на отказ по иным причинам. Строго говоря, в процессе накопления опыта эксплуатации, совершенствования изделия и эксплуатационной документации она также может повышаться, но в данной модели мы пренебрежем этим эффектом.

Как и ранее, обозначим  $c_{\text{восст}}$  затраты и потери, непосредственно связанные с отказом и его устранением. Пусть  $c_{\text{деф}}$  – стоимость дефектации изделия,  $c_{\text{отв}}$  – затраты на установление ответственности (главным образом, транзакционные). Тогда, если производитель априори принимает на себя ответственность за все отказы и поломки, его затраты и потери, связанные с отказами, в расчете на летний час составят

$$c_{\text{отн}}^{\text{произв}}(t) = (c_{\text{восст}} + c_{\text{деф}}) \cdot \left[ \frac{1}{\tau_{\text{КПН}}(t)} + \frac{1}{\tau_{\text{др}}} \right], \quad (4)$$

а эксплуатирующие организации таких затрат и потерь вообще не несут

$$(c_{\text{отн}}^{\text{экспл}} \equiv 0).$$

Если же в каждом конкретном случае устанавливается виновный, и все соот-

ветствующие затраты и потери возлагаются на него, тогда их величина в расчете на летный час составит:

- для эксплуатанта –

$$c_{\text{отн}}^{\text{экспл}} = \frac{c_{\text{восст}} + c_{\text{деф}} + c_{\text{отв}}}{\tau_{\text{др}}}; \quad (5)$$

- для производителя –

$$c_{\text{отн}}^{\text{произв}}(t) = \frac{c_{\text{восст}} + c_{\text{деф}} + c_{\text{отв}}}{\tau_{\text{КПН}}(t)}. \quad (6)$$

Пусть  $r$  – выручка эксплуатанта в расчете на летный час;  $c_{\text{час}}$  – эксплуатационные затраты (без учета затрат и потерь, связанных с отказами) в расчете на летный час. Тогда, без учета отказов, прибыль в расчете на летный час составляла бы  $(r - c_{\text{час}})$ , но с учетом отказов снизится до  $(r - c_{\text{час}} - c_{\text{отн}}^{\text{экспл}})$ .

Численность парка изделий в году  $t$  обозначим  $m(t)$ , а среднегодовой налет на одно изделие –  $\eta$  летных часов в год. Таким образом, суммарная прибыль эксплуатирующих организаций в году  $t$  составит

$$\Pi^{\text{эксп}}(t) = (r - c_{\text{час}} - c_{\text{отн}}^{\text{экспл}}) \cdot \eta \cdot m(t). \quad (7)$$

Предположим, что доля  $\gamma \leq 1$  прибыли эксплуатантов тратится на закупку новых изделий данного типа. Таким образом, при цене нового изделия  $p$ , в году  $t$  будет закуплено

$$q(t) = \frac{\gamma \cdot \Pi^{\text{экспл}}(t)}{p} \quad (8)$$

новых изделий (дискретностью для простоты расчета пренебрежем). Без учета выбытия изделий численность парка в году  $t$  составит

$$m(t) = m(1) + \sum_{s=1}^{t-1} q(s), \quad (9)$$

где  $m(1)$  – объем «стартового заказа» к началу массовой эксплуатации изделий.

Зная численность парка в году  $t$ , можно оценить ожидаемые количества отказов по причине КПН и по прочим причинам:

$$n_{\text{КПН}}(t) = \frac{m(t) \cdot \eta}{\tau_{\text{КПН}}(t)}, \quad (10)$$

$$n_{\text{др}}(t) = \frac{m(t) \cdot \eta}{\tau_{\text{др}}(t)}. \quad (11)$$

Система уравнений (2–11) представляет собой замкнутую динамическую модель. Расчет ведется следующим образом. При заданной начальной численности парка  $m(1)$  и начальной наработке на отказ по вине производителя  $\tau_{\text{КПН}}(1)$ , пользуясь формулами (10, 11), можно оценить количество отказов в парке в первый год эксплуатации, найти по формуле (5) затраты и потери из-за отказов в расчете на летный час, а по формуле (7) – прибыль эксплуатантов в первый год эксплуатации. Наконец, по формуле (8) можно оценить объем закупок новых изделий, а по формуле (9) – численность парка на второй год эксплуатации. Также по формуле (10) найдем количество отказов по причине КПН в первый год эксплуатации. Найденное значение можно подставить в формулу (3), далее в (2), и найти среднюю наработку на отказ по вине производителя на второй год эксплуатации. Далее алгоритм повторяется для каждого года периода продаж, вплоть до  $T$ .

Таким образом, можно прогнозировать динамику роста численности парка и суммарного объема продаж изделий для двух сценариев – если устанавливается виновный в каждом отказе и если производитель априорно принимает на себя ответственность за все отказы. Во втором случае затраты и потери эксплуатирующих организаций меньше, благодаря чему у них высвобождаются дополнительные средства, расходуе-

мые на приобретение новых изделий. Во втором случае численность парка и его суммарный налет растут быстрее, что позволяет интенсивнее повышать надежность изделий, рис. 2. Изделие быстрее достигает «зрелости». Накопленный к данному году налет парка обозначен заштрихованными маркерами для первого сценария и незаштрихованными – для второго. Средняя наработка на отказ по вине производителя отображена по вспомогательной оси ординат (сплошная линия – первый сценарий, пунктирная – второй).

В данном примере используются следующие исходные данные, приблизительно соответствующие параметрам рынка гражданских авиадвигателей:  $m(1) = 100$  изделий;  $\eta = 3000$  летных часов в год;  $\tau_{КПН}(1) = 5000$  летных часов;  $\lambda_{надежн} = 10\%$ ;  $\tau_{др} = 20000$  летных часов;  $c_{восст} = 1$  млн долл.;  $c_{деф} = 0,35$  млн долл.;  $c_{отв} = 0,15$  млн долл.;  $r = 1300$  долл. за летный час;  $c_{час} = 1000$  долл. за летный час;  $\gamma = 100\%$ ;  $p = 3$  млн долл.

Тем не менее связанные с отказами затраты и потери производителя в расчете на летный час выше при априорном признании ответственности (штриховая линия на рис. 3), чем при ее «справедливом» распределении (сплошная линия).

Можно заметить, что благодаря устранению КПН доля отказов по вине производителя довольно быстро снижается настолько, что условие (1) уже не выполняется – напротив,

$$\beta > \frac{c_{восст}}{c_{уст} + c_{восст}} = \frac{c_{вос}}{c_{деф} + c_{отв}}$$

Тем не менее политика априорного принятия ответственности за отказы может быть стратегически более выгодной благодаря более высокому объему продаж. Построим следующую упрощенную модель прибыли производителя. Переменные затраты включают в себя прежде всего материальные затраты и затраты на оплату труда. Предположим, что благодаря эффекту обучения в про-

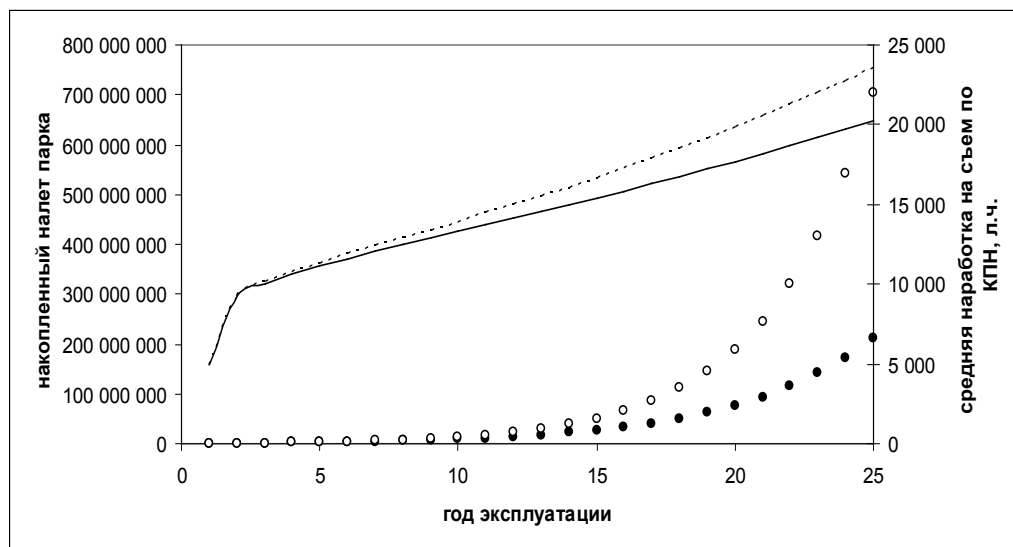


Рис. 2. Динамика накопленного налета парка и средней наработки на отказ по вине производителя

цессе производства удельные трудозатраты снижаются с ростом накопленного выпуска  $q$  по следующему закону:

$$c_{mp}(q) = c_{mp}(1) \cdot (1 - \lambda_{\text{произв}})^{\log_2 q}, \quad (12)$$

где  $c_{mp}(q)$  – стоимостные трудозатраты на  $q$ -й экземпляр;

$\lambda_{\text{произв}}$  – темп обучения в процессе производства.

Обозначим  $c_{\text{мат}}$  удельные материальные затраты на одно изделие, тогда общие затраты на выпуск суммарного количества изделий  $Q$  составят

$$TC(Q) = FC^{\text{произв}} + c_{\text{мат}} \cdot Q + c_{mp}^1 \cdot \sum_{q=1}^Q (1 - \lambda_{\text{произв}})^{\log_2 q}, \quad (13)$$

где  $FC^{\text{произв}}$  – постоянные затраты (прежде всего на разработку нового изделия и технологическую подготовку производства).

Накопленный к концу года  $t$  выпуск можно оценить следующим образом:

$$Q(t) = m(1) + \sum_{s=1}^t q(s). \quad (14)$$

Пользуясь формулами (3) или (5), а также (8), найдем накопленные к концу года  $t$  затраты и потери производителя, связанные с отказами:

$$c_{\text{отн}}^{\text{произв}}(t) = \sum_{s=1}^t c_{\text{отн}}^{\text{произв}}(s) \cdot m(s). \quad (15)$$

Теперь можно найти чистую прибыль производителя с начала реализации проекта вплоть до года  $t$ :

$$\Pi^{\text{произв}}(t) = p \cdot Q(t) - TC[Q(t)] - c_{\text{отн}}^{\text{произв}}(t). \quad (16)$$

Пусть  $FC^{\text{произв}} = 2$  млрд долл.;  $c_{\text{мат}} = 1$  млн долл./ед.;  $c_{mp}(1) = 4$  млн долл.;

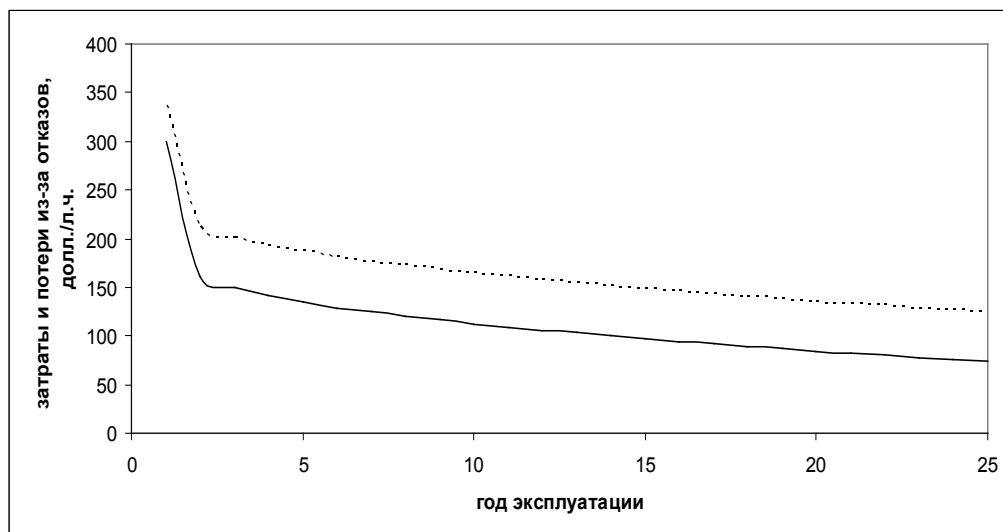


Рис. 3. Динамика удельных (на летный час) затрат и потерь производителя из-за отказов



$\lambda_{\text{произв}} = 15\%$ . На рис. 4 изображены полученные в данном примере графики роста накопленного объема продаж изделий для двух сравниваемых стратегий: «справедливого» распределения ответственности (заштрихованные маркеры) и априорного принятия производителем ответственности за отказы изделий (незаштрихованные маркеры). По вспомогательной оси ординат отображены графики накопленного потока наличности (соответственно, сплошная и пунктирная линии).

Видно, что при априорном принятии на себя ответственности за отказы некоторое повышение затрат производителя на устранение отказов компенсируется существенным приростом объема продаж, выручки и прибыли. Подчеркнем, что в данной модели рассматривался монопольный рынок авиатехники. И даже монополисту может быть выгодно принимать на себя ответственность за отказы своих изделий. Если же рынок конкурентный, стимулы к выбору

описанной стратегии дополнительно усилятся. В своих взаимоотношениях с производителями техники эксплуатирующие организации исходят из следующих соображений. Абсолютно надежных изделий не бывает, нельзя избежать и конструктивно-производственных недостатков, особенно в начале периода эксплуатации. Поэтому решающим фактором при выборе поставщика становится его готовность решать возникающие в эксплуатации проблемы и стремление к постоянному улучшению своей продукции.

#### Экономические аспекты расследования отказов с тяжелыми последствиями

Итак, нередко производителям выгодно в спорных случаях априори принимать на себя ответственность за отказы техники, устраняя их за свой счет. Однако если отказ изделия имел тяжелые последствия – в крайнем случае, привел к катастрофе, повлекшей человеческие

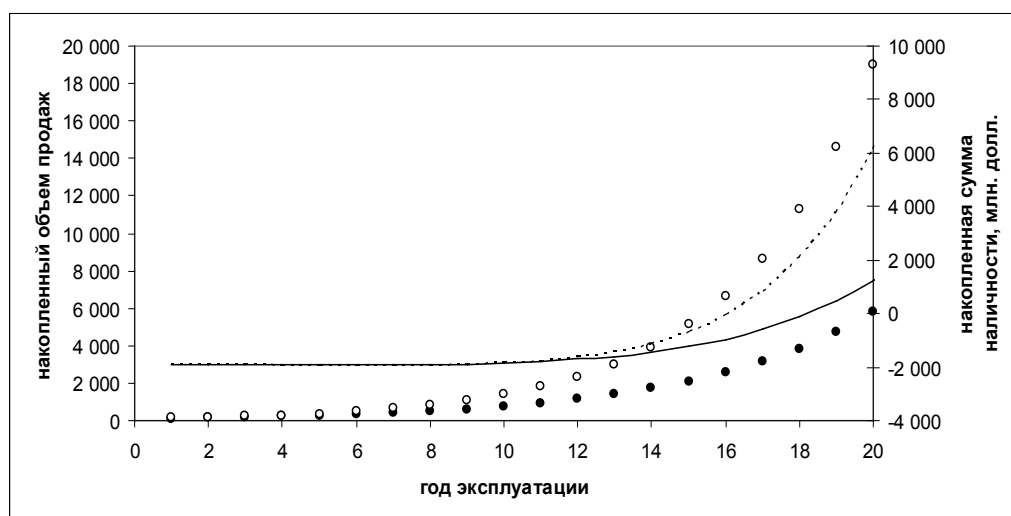


Рис. 4. Динамика накопленного объема продаж и накопленного потока наличности



жертвы, – то, на первый взгляд, производитель совершенно не заинтересован признавать свою вину, по возможности, ссылаясь на некоторые не зависящие от него причины – стихийные явления, человеческий фактор (при всей условности этого понятия), терроризм и т.п.

В особенности сильные подозрения в этом возникают после авиакатастроф, поскольку часто их расследование затруднено из-за отсутствия выживших участников и сильных повреждений конструкции летательных аппаратов (в т.ч. и бортовых регистраторов, информация которых могла бы пролить свет на истинный ход событий). Стереотип, укоренившийся в массовом сознании, заставляет общественность с недоверием относиться к выводам аварийных комиссий, полагая, что на них оказывает мощное давление лобби производителей авиатехники.

Не отрицая такой возможности, проанализируем, всегда ли производитель объективно не заинтересован с экономической точки зрения в признании своей вины. Разумеется, что подходить к этой проблеме с чисто прагматических позиций цинично с морально-этической точки зрения и некорректно с содержательной точки зрения. Однако ниже будет показано, что, даже руководствуясь исключительно эгоистическими соображениями максимизации своего дохода, производитель может быть заинтересован признать свою вину в катастрофическом отказе техники. И такая парадоксальная, на первый взгляд, ситуация возможна при вполне реалистичных условиях.

Рассмотрим следующую упрощенную модель рынка авиатехники. Конкурирующих производителей обозначим индексами  $i = 1, \dots, n$ . Пусть изначально они занимали на рынке воздушных судов доли  $\{a_i\}$ ,  $\sum_{i=1}^n a_i = 1$ . Прогнозный

объем продаж воздушных судов  $i$ -го производителя за некоторый период планирования<sup>□</sup> обозначим  $q_i$ ,  $\sum_{i=1}^n q_i = q_\Sigma$ . Тогда  $q_i = a_i \cdot q_\Sigma$ ,  $i = 1, \dots, n$ . Объем продаж (натуральный или стоимостный)

за плановый период и является целевой функцией каждого производителя в данной модели. В конечном счете, он определяет выручку, затраты и прибыль производителя.

Предположим, что авария, происшедшая по вине  $i$ -го производителя, приводит к сокращению суммарного объема продаж его продукции за период планирования на долю  $\delta_i$ :

$$q'_i = (1 - \delta_i) \cdot q_i, \quad (17)$$

причем, если вина  $i$ -го производителя установлена и признана, остальные производители не теряют покупателей. Разумеется, виновный также выплачивает компенсации пострадавшим, однако на практике именно сокращение объема продаж является основным видом экономических потерь производителя при катастрофических ситуациях. В реальности авиационные происшествия происходят и по вине ведущих мировых производителей (см., например, [2]), причем это не приводит к полному краху соответствующей фирмы и ее уходу с рынка. Поэтому  $\delta_i < 1$ ,  $i = 1, \dots, n$  и дальнейший анализ не лишены смысла.

Если же признано, что авария данного воздушного судна произошла не по вине его разработчика и производителя, а по некоторым общим причинам (погодные условия, человеческий фактор, терроризм и т.п.), спад спроса на авиатransпорт касается уже всей отрасли. Предположим, что общий объем продаж самолетов всех производителей за плановый период сократится в этом случае на долю  $\delta_{\text{общ}}$ . Необходимо оценить, как

это отразится на объеме продаж  $i$ -го производителя.

Если объемы продаж всех производителей сокращаются пропорционально, тогда целевая функция  $i$ -го производителя примет следующее значение:

$$q_i'' = (1 - \delta_{\text{общ}}) \cdot q_i, \quad (18)$$

и ему будет выгодно (с точки зрения минимизации потерь объема продаж) признать свою вину лишь в том случае, если  $\delta_{\text{общ}} > \delta_i$ . Соотношение этих величин определяется оценками риска попасть в аварию по тем или иным причинам. Следует подчеркнуть, что это именно субъективные оценки риска, сформировавшиеся в сознании потенциальных пассажиров. В принципе, указанное неравенство может выполняться – например, в периоды, когда террористическая угроза представляется населению более значительной, чем риск отказов техники.

Однако в тех случаях, когда  $\delta_{\text{общ}} \leq \delta_i$ , т. е. риск аварии по общим причинам представляется пассажирам менее существенным, чем по причине КПН продукции конкретного производителя, выполнение условия  $q_i' < q_i''$  возможно лишь в том случае, когда общеотраслевой спад спроса коснется  $i$ -го производителя в большей степени, чем остальных. Этому могут способствовать следующие причины.

1. Конкурентные позиции данного производителя на мировом рынке могут быть относительно слабыми. Наименее благоприятный случай – когда продукция  $i$ -го производителя обладает наихудшей экономической эффективностью, по сравнению с продукцией всех конкурентов. Тогда сокращение общего спроса в первую очередь коснется данного, «маргинального» производителя. Поскольку продукция данного производителя наименее привлекательна для заказчиков, она будет пользоваться спросом лишь в том случае, если мощностей всех

остальных производителей недостаточно для удовлетворения платежеспособного спроса, т. е.

$$\begin{aligned} \forall j \neq i: q_j &\equiv V_j; \\ q_i &= q_{\Sigma} - \sum_{j \neq i} V_j, \end{aligned} \quad (19)$$

где  $V_j$  – мощность  $j$ -го производителя, т. е. максимально возможный выпуск за плановый период. Тогда при сокращении общего спроса до уровня  $[(1 - \delta_{\text{общ}}) \cdot q_{\Sigma}]$ , спрос на продукцию «маргинального» производителя сократится до уровня

$$\begin{aligned} q_i'' &= (1 - \delta_{\text{общ}}) \cdot q_{\Sigma} - \sum_{j \neq i} V_j = \\ &= q_i - \delta_{\text{общ}} \cdot q_{\Sigma} = (\alpha_i - \delta_{\text{общ}}) \cdot q_{\Sigma}, \end{aligned} \quad (20)$$

если вообще останется положительным.

Приравнявая  $q_i''$  и  $q_i'$ , получим следующее условие: если  $\alpha_i < \frac{\delta_{\text{общ}}}{\delta_i}$ , то  $i$ -му производителю выгоднее признать свою вину в катастрофическом отказе своего изделия безотносительно к реальным причинам этого отказа.

2. Можно заметить, что на рынке магистральных пассажирских самолетов вышеприведенное условие вряд ли выполняется. Уровень технико-экономического совершенства самолетов ведущих мировых производителей, Boeing и Airbus, различается слабо (кроме того, экономическая эффективность является индивидуальной для разных заказчиков). Эти компании делят рынок практически поровну. Но даже если данный производитель не является «маргинальным» в смысле доли на рынке и экономической эффективности продукции, общий спад спроса на перевозки (и соответственно на воздушные суда) может неравномерно распределяться по сегментам рынка, по географическим регионам и т. п. Фактически такая ситуация и имела место в 2001 г., несмотря

на то, что самолеты компании Boeing в целом не уступали по уровню технико-экономического совершенства изделиям конкурирующей западноевропейской компании Airbus Industry.

Итак, в ряде случаев признание своей вины даже в катастрофическом отказе техники не противоречит экономическим интересам производителя. Также необходимо учесть институциональные аспекты реализуемости такого решения. Как правило, коллективная ответственность воспринимается совсем иначе (в т.ч. в морально-психологическом смысле), чем персональная. Поскольку и в разработке, и в производстве авиатехники задействованы тысячи и даже десятки тысяч человек, персонификация ответственности затруднена, что облегчает принятие ответственности за происшествие компанией в целом.

Выявленная возможность того, что производители будут добровольно брать на себя ответственность даже за катастрофические случаи, еще не означает,

что рыночные механизмы автоматически обеспечат справедливое определение виновных и последующее устранение причин происшествий. Во-первых, описанный эффект лишь возможен, но не гарантирован. Во-вторых, согласно предложенной модели, при выполнении описанных условий, в интересах производителя признать свою вину безотносительно к реальной причине аварии. Это совершенно не способствует предотвращению подобных происшествий в дальнейшем. Причины аварий, названные в данной работе «общими», могут представлять собой значительную опасность и требуют целенаправленной работы по их устранению или минимизации.

В заключение отметим, что, хотя в данной работе в качестве примера рассмотрены рынки авиатехники, предлагаемые подходы и полученные выводы могут представлять интерес и в других отраслях, производящих сложную продукцию с длительным жизненным циклом.

### **Список использованных источников**

1. Гусманов Т.М., Клочков В.В. Экономические проблемы развития авиационной промышленности в условиях нестабильного спроса на авиаперевозки // Экономическая наука современной России. 2008. № 3. С. 98–109.
2. Петров А.Н. Пора наводить порядок // Авиатранспортное обозрение. № 34. Май – июнь. 2001.
3. Удалов К.Г., Комиссаров Д.С. Самолет Боинг – 747. М.: АВИКО ПРЕСС, 1994. 96 с.