

Л.Д. Чумаков

## **ВЫБОР ВЕЛИЧИНЫ ГАРАНТИЙНОГО СРОКА ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ПРИ ЕГО РАЗРАБОТКЕ**

*Аннотация. Обсуждаются вопросы выбора величины гарантийного срока эксплуатации для технического устройства при его разработке с учетом влияния величины гарантийного срока на спрос при продаже.*

*Ключевые слова: гарантийный срок эксплуатации, оптимизация прибыли, учет характеристик надежности технических устройств, эластичности спроса от величины гарантийного срока.*

### **Введение**

Произвести абсолютно надежное техническое устройство невозможно. Для некоторой компенсации ненадежности задается гарантийный срок – отрезок времени, в течение которого производитель обязуется заменить товар без дополнительной оплаты, если он не соответствует заявленному уровню качества. Эти обязательства закреплены законодательно [1].

Как правило, чем больше величина гарантийного срока, тем выше уровень качества и тем больше спрос.

Так как, назначая величину гарантийного срока, производитель несет определенные издержки, влияющие на размер дохода от продаж устройства, эта величина должна быть выбрана еще на этапе разработки технического устройства.

При выборе величины гарантийного срока необходимо учесть особенности рынка, цены, объемы выпуска продукции предприятием, характеристики безотказности технического устройства и др.

### **Анализ публикаций по теме исследования**

Статья является продолжением работы [2], в которой исследовано влияние на прибыль от продажи технического устройства величины установленного его производителем гарантийного срока.

Учтена эластичность товара по цене. Рассмотрен один из классических вариантов – эластичный спрос, когда он растет при снижении цены.

Зависимость объема продаж от цены выражена следующим образом:

$$N_{\Pi} = \left( \frac{\Pi}{k} \right)^{-\frac{1}{\varepsilon}}, \quad (1)$$

где  $\Pi$  – цена товара;

$N_{\Pi}$  – число изделий, которые могут быть проданы по этой цене;

$k$  и  $\varepsilon$  – коэффициенты.

Цель статьи

Цель статьи – рассмотреть один из способов выбора величины гарантийного срока технического устройства на стадии его разработки с учетом влияния ее на спрос при продаже.

Основная часть

Оценка оптимальной величины гарантийного срока технического устройства по критерию максимума прибыли от его продаж в соответствии с маржинальным подходом приведена в [2].

Прибыль ( $\Pi$ ) при продаже в этом случае зависит от цены  $\Pi$ , постоянных  $S_{\text{пост}}$  и переменных  $S_{\text{пер}}$  затрат на производство.

Маржинальная прибыль (МП) используется для определения цены товара:

$$\text{МП} = \Pi - S_{\text{пер}} \quad (2)$$

или

$$\text{МП} = S_{\text{пост}} + \Pi. \quad (3)$$

Величину цены можно найти из выражения (1):

$$\Pi = k N_{\Pi}^{-\varepsilon}, \quad (4)$$

В работе [2] не была учтена зависимость спроса от величины гарантийного срока. В этом случае прибыль от продажи устройств возрастает при уменьшении величины гарантийного срока, так как уменьшается возможное число проданных и возвращенных для гарантийного ремонта устройств.

Вместе с тем, можно предположить, что спрос будет уменьшаться с уменьшением величины гарантийного срока.

Для учета изменения спроса введем коэффициент  $g$ , определяемый из выражения:

$$g = \frac{g_0 e^{rt_r}}{1 + g_0 (e^{rt_r} - 1)}, \quad (5)$$

где  $g_0$  – значение  $g$  при  $t_r = 0$ ;

$r$  – коэффициент;

$t_r$  – величина гарантийного срока.

Графически выражение (5) представляет собой логистическую кривую.

Объем продаж тогда будет определяться следующим образом:

$$N_{\Pi} = g \left( \frac{\Pi}{k} \right)^{\frac{1}{c}}, \quad (6)$$

Кроме того, количество проданных устройств уменьшится на число возвращенных некачественных устройств в течение гарантийного срока.

$$N_{\Pi} = g \left( \frac{\Pi}{k} \right)^{\frac{1}{c}} P(t_r), \quad (7)$$

где  $P(t_r)$  – вероятность исправного состояния устройства в течение гарантийного срока.

Для оценки валового дохода нужно определить цену безубыточности:

$$\Pi_{\text{ТБУ}} = \frac{k_{\Pi}}{S_{\text{ПОСТ}} N}, \quad (8)$$

где ТБУ – точка безубыточности;

$k_{\Pi}$  – коэффициент покрытия (доля маржинальной прибыли в валовом доходе);

$N$  – объем производства.

Обычно при разработке и изготовлении технических устройств возникают недоработки конструктивного и производственного характера, которые проявляются при эксплуатации. Этот отрезок периода эксплуатации называют отрезком приработки. Затем следуют отрезки нормальной эксплуатации и износа или старения. Вероятности появления неисправностей на каждом отрезке можно описать, например, распределением Вейбулла:

$$q(t) = 1 - e^{-at^b}, \quad (9)$$

С учетом выражения (8) величину валового дохода можно определить по формуле:

$$\text{ВД} = g \frac{\Pi^{\frac{c-1}{c}}}{k^{\frac{-1}{c}}} P(t_r). \quad (10)$$

Задача оптимизации формулируется следующим образом: найти значение  $t_r^*$  из множества  $\{t_r\}$ , доставляющее максимум валового дохода

$$ВД = \max_{0 \leq t_{\Gamma}} g \frac{\Pi_c^{c-1}}{k^{-\frac{1}{c}}} P(t_{\Gamma}) \quad (11)$$

Рассмотрим тот же пример, что и в работе [2].

Для определения спроса на продукцию воспользуемся зависимостью объема продаж единиц товара (тыс. штук) от уровня цен (руб.) из работы [3]. Для нее  $k = 3801,6$  и  $c = 0,735$ . Примем также  $S_{\text{пост}} = 1100000$  руб., доля переменных затрат, приходящихся на одну единицу товара, равна 60 руб.

Пусть товаром будет некоторое техническое устройство.

Функция интенсивности отказов технического устройства при эксплуатации описывается следующим образом:

$$\lambda(t) = 0,093t, \quad (12)$$

Для этих исходных данных были проведены расчеты величины прибыли при  $t_{\Gamma 1} = 0$ ,  $t_{\Gamma 2} = 0,083$  года,  $t_{\Gamma 3} = 0,25$  года,  $t_{\Gamma 4} = 1$  год и  $t_{\Gamma 5} = 2$  года.

На рис. 1 показаны изменения прибыли для разной цены устройства и разных объемов его выпуска.

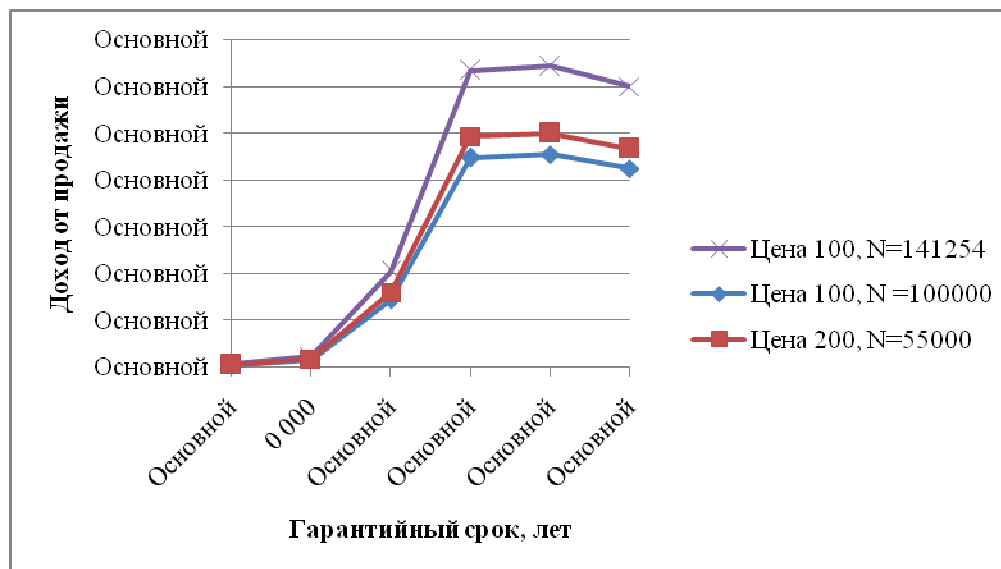


Рисунок 1 - Зависимость дохода от продажи изделия от величины гарантийного срока

В первом случае предполагается, что изготовитель может обеспечить максимальный объем производства, когда будет продана вся партия продукции. Оптимальным является гарантийный срок длительностью 1 год.

Во втором случае, когда объем выпуска ограничен 100000 устройств, оптимальным является срок гарантии также в 1 год, но выгоднее уменьшить объем выпуска до 55000 устройств и продавать их по цене 200 руб. за одно устройство.

В реальных расчетах необходимо учитывать и другие факторы производства и рынка.

### **Выводы и перспективы дальнейших исследований**

В данной работе сделана попытка учета влияния эластичности спроса от качества выпускаемой продукции на выбор величины гарантийного срока для технического устройства на стадии его разработки.

Методика удобна тем, что при выборе оптимальной величины гарантийного срока определяются также цена на устройство, объем выпуска продукции, затраты на гарантийное обслуживание. Совершенствуя процессы разработки и производства, изменяя тем самым постоянные, переменные затраты, уровень качества выпускаемого товара, можно оценить повышение прибыли.

В перспективе предполагается проводить работу по уточнению влияния характеристик надежности технических устройств, планов их испытаний для оценки параметров распределений времени безотказной работы, величин доверительных интервалов на величину прибыли от продажи технических устройств.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Закон Украины О защите прав потребителей от 12 мая 1991 года № 1023-ХІІ [Электронный ресурс] – Электрон.данные – Режим доступа : <http://zakoni.com.ua/node/935>, свободный – Загл. с экрана.
2. Чумаков Л.Д. Оценка гарантийного срока для технического устройства // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 2 (79). – Дніпропетровськ, 2012. – С. –88-94.
3. Практика формирования цен на продукцию, товары, услуги. Журнал "Справочник экономиста", № 2-3, 2011 [Электронный ресурс] – Электрон.данные – Режим доступа : <http://www.marketing.spb.ru/lib-mm/pricing/inflatio.htm>, свободный – Загл. с экрана.