

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ТОВАРА

© 2016 С.В. Носков*

Ключевые слова: жизненный цикл товара, моделирование, динамика, уравнения регрессии, законы распределения, математико-статистические параметры.

Рассмотрены этапы жизненного цикла товара, даны их характеристики. Проведен математико-статистический анализ динамики продаж электродвигателей на этапах их жизненного цикла. Разработаны модели жизненного цикла товарных марок электродвигателей, установлены законы распределения случайной величины.

Концепция жизненного цикла товара (PLC - product life cycle) достаточно полно разработана Теодором Левиттом (1965) в маркетинговой теории и широко используется в практической деятельности ведущих зарубежных и отечественных компаний. Наряду с концепцией жизненного цикла товара в научной литературе характеризуются понятия жизненного цикла организаций¹ (включая предприятия малого и среднего бизнеса²), услуги³ (в том числе интернет-телевидения⁴), инновационного товара⁵ и информации⁶.

Суть теории жизненного цикла заключается в том, что каждая товарная марка продукции при ее введении на рынок имеет динамику продаж в натуральных единицах измерения, схожую с динамикой продаж других товарных марок. Жизненный цикл продукта имеет четыре четко определенных этапа, причем каждый обладает своими особенностями, которые следует учитывать бизнесу для управления всем этим циклом⁷.

Первой из четырех стадий жизненного цикла продукта является его введение на рынок. Начальный этап может потребовать значительных инвестиций, что не гарантирует дальнейшего роста продаж. Любые инвестиции в исследования и разработку новых продуктов должны быть рассмотрены на предмет их возвращения с установленным сроком окупаемости. Это требует разработки эффективного маркетингового плана, основанного на стратегическом анализе и планировании маркетинга. На этапе введения на рынок нового товара существуют следующие вызовы и проблемы: ограниченный рынок товара, его высокая стоимость, наличие убытков или незначительной прибыли.

На этапе введения на рынок нового товара существуют и преимущества: ограниченная конкуренция, высокая цена.

Начальная стадия жизненного цикла продукта создает спрос на него, а также рынок и коммуникации. Основное внимание уделяется продвижению нового продукта, росту рентабельности, созданию рациональных каналов распределения и коммуникаций⁸.

Стадия роста является второй стадией жизненного цикла продукта и ключевым этапом его позиционирования на рынке, увеличения продаж и роста прибыли. Это достигается за счет постоянного развития потребительского спроса на основе маркетинговой и рекламной деятельности и сочетается с сокращением производственных затрат. Как скоро продукт переходит от стадии внедрения к стадии роста и как быстро растут продажи и прибыль, зависит от множества факторов.

На этапе роста продаж нового товара существуют такие вызовы и проблемы, как усиление конкуренции, более низкие цены, различные подходы к маркетингу, однако имеются преимущества в виде снижения затрат, большей осведомленности потребителей, увеличения прибыли.

Кривая типичного жизненного цикла продукта показывает, что прибыль является самой высокой на стадии роста. Но чтобы гарантировать значительную динамику продаж, производители должны реинвестировать часть прибыли в маркетинговую и рекламную деятельность для сохранения конкурентоспособности продукта.

Стадия зрелости является третьей стадией жизненного цикла продукции и наиболее

* Носков Сергей Викторович, доктор экономических наук, профессор Самарского государственного экономического университета. E-mail: noskov50@yandex.ru.

сложной для производителей. На первых двух этапах жизненного цикла своего продукта компании пытаются создать рынок, увеличить продажи, занять доминирующее положение на сегменте рынка, а на стадии зрелости основное внимание уделяется сохранению доли рынка и решению ряда производственных, финансовых и маркетинговых проблем.

На этапе пика продаж нового товара существуют следующие вызовы и проблемы: прекращение роста продаж, уменьшение доли рынка, снижение прибыли. Преимуществами данной стадии являются: продолжение снижения затрат, увеличение доли рынка через дифференциацию.

На стадии спада жизненного цикла товара имеются такие проблемы, как падение продаж и прибыли, сжатие рынка, вывод товара или его модификация и дифференциация, однако имеются преимущества в виде удешевления производства, формирования новых групп покупателей, развитой системы распределения и коммуникаций.

Модель жизненного цикла товара иллюстрирует зависимость продаж в натуральных единицах измерения от временных периодов и позволяет до определенной степени идентифицировать его стадии по темпам прироста продаж, которые устанавливаются по углу наклона кривой к оси времени⁹.

Автором разработана модель жизненного цикла электродвигателей средней мощности 5АИ63В6, реализуемых ООО «ВентСнаб» (рис. 1).

На представленном графике ломаной кривой показана эмпирическая динамика продаж электродвигателей, а аппроксимирующей функцией (теоретической кривой) является логистическая зависимость вида

$$y = 0,252 / 1 + 7,55 \cdot e^{-0,419 \cdot x},$$

где y - продажи электродвигателей, тыс. шт.;
 x - месячные периоды времени года, мес.

Моделирование жизненного цикла электродвигателей проведено в программном продукте с использованием следующих матриц и операторов:

x - транспонированная матрица месяцев года;

y - транспонированная матрица продаж электродвигателей, тыс. шт.;

q - единичная матрица;

$lgsfit$ - оператор логистической зависимости;

C - матрица коэффициентов уравнения регрессии.

$$x := (1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5 \ 6 \ 7 \ 8 \ 9 \ 10 \ 11 \ 12)^T$$

$$y := (0.05 \ 0.07 \ 0.07 \ 0.09 \ 0.14 \ 0.15 \ 0.18 \ 0.21 \ 0.22 \ 0.22 \ 0.23 \ 0.24)^T$$

$$q := \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad C := lgsfit(x, y, q) \quad C = \begin{pmatrix} 0.252 \\ 7.55 \\ 0.419 \end{pmatrix}.$$

Анализ модели жизненного цикла электродвигателей показывает приближение динамики их продаж к стадии зрелости (насыщения) рынка, что требует разработки соответствующих стратегий и мероприятий стра-

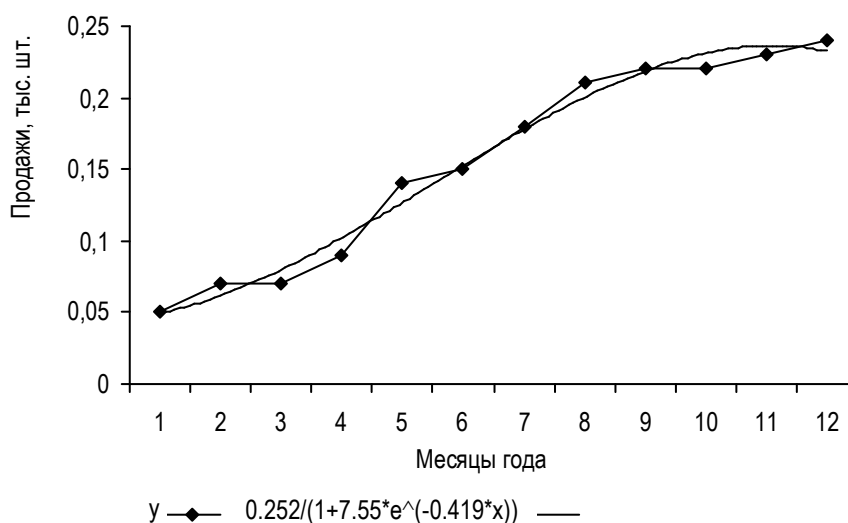


Рис. 1. Жизненный цикл электродвигателей 5АИ63В6

тегического плана производства и маркетинга по росту продаж¹⁰.

Дальнейшее развитие теории жизненного цикла продукта связано с признанием того факта, что в основе его графической модели лежит функция адаптации потребителей к новой товарной марке. Все потребители по степени восприимчивости инноваций делятся, как правило, на пять групп: 1 - новаторы, 2 - ранние последователи, 3 - раннее большинство, 4 - запоздалое большинство и 5 - отстающие (рис. 2).

Существенным вкладом в теорию жизненного цикла продукта является также новый метод идентификации его стадий не по темпам прироста продаж, а по динамике средних и предельных издержек. Так, согласно данному методу идентификации стадий жизненного цикла, минимум предельных издержек указывает на точку перехода стадии внедрения в стадию роста, а пересечение средних и предельных издержек (в точке минимума средних) - на точку перехода стадии роста в стадию зрелости или насыщения рынка. В этом случае каждая единица дополнительной продукции уменьшает прибыль компании.

Анализ функции адаптации потребителей к новой товарной марке продукции показывает ее симметричность, если время стадии спада продаж разделить на две составляющие: поздние покупатели (14%) и консерваторы (2%). Дополненная таким образом кривая жизненного цикла товара, по

существу, является кривой плотности нормального распределения вероятности, где случайная величина - это период времени данного этапа жизненного цикла, а частота (частость) - количество продаж на данном этапе (доля продаж от общих). Следовательно, динамика жизненного цикла товара в типичном случае определяется функцией адаптации потребителей, которая, в свою очередь, зависит от закона распределения. Поскольку нормальный закон распределения встречается в экономике (природе, обществе) наиболее часто, функция адаптации потребителей, как правило, имеет вид, представленный на рис. 2, а динамика жизненного цикла товара до стадии спада определяется логистической функцией, представленной на рис. 1.

Традиционная концепция жизненного цикла товара является наиболее общей, что допускает многочисленные отклонения в типичной динамике продаж, особенно если это касается известных брендов, находящихся длительное время на стадии зрелости (насыщения рынка). Само управление маркетингом, его эффективность могут изменить форму кривой жизненного цикла продукции и продолжительность его отдельных стадий, даже их последовательность.

Автором проведено экономико-математическое моделирование динамики ежедневных продаж электромоторов 5АИ71В2 мощностью 1,1 кВт, данные о которых сгруппированы по кварталам (рис. 3).

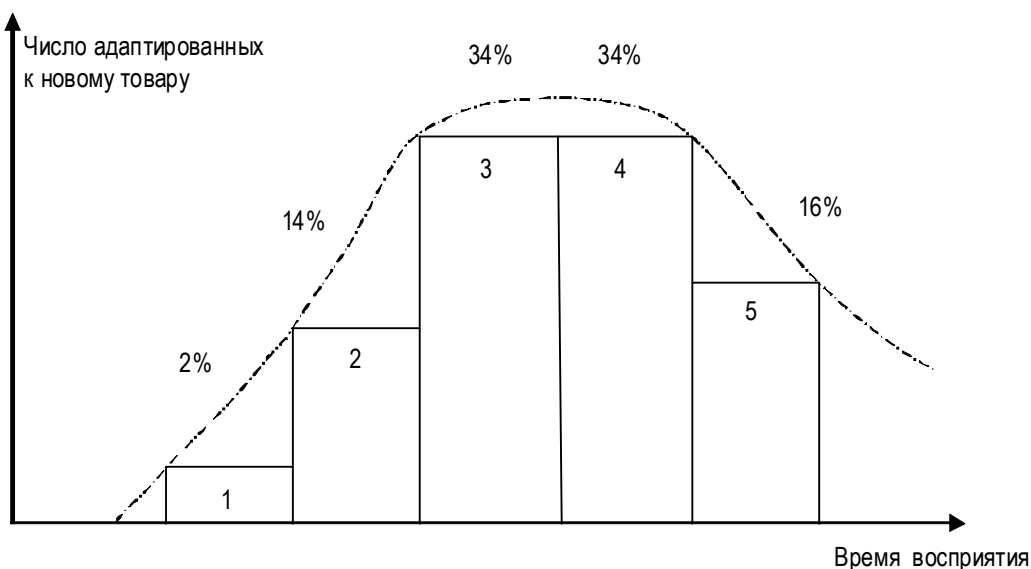


Рис. 2. Функция адаптации потребителей

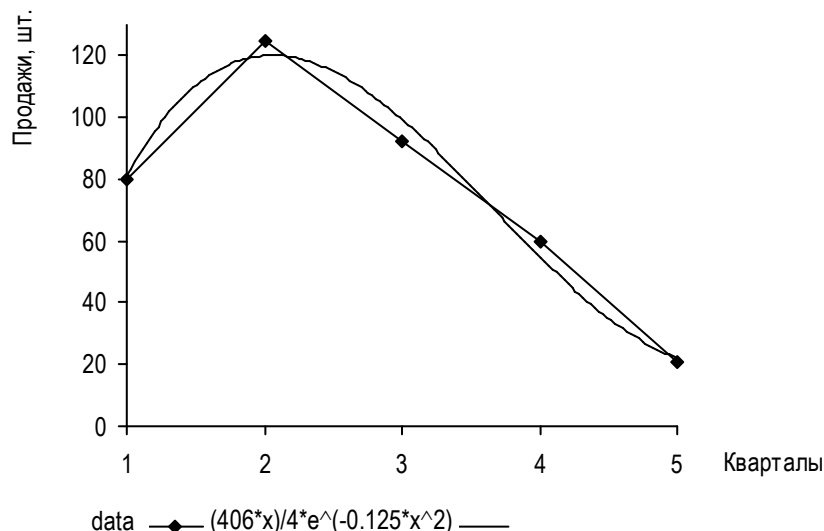


Рис. 3. Динамика жизненного цикла электродвигателей 5АИ71В2

Аппроксимирующая функция имеет следующий вид:

$$y = \left(406 \cdot \frac{x}{4} \right) \cdot e^{-0.125 \cdot x^2},$$

где y - продажи электродвигателей, шт./кв.;
 x - квартальные периоды времени, кв.

Анализ регрессионного уравнения показывает, что оно является плотностью распределения вероятности Релея с параметром 2. На графике отчетливо видны этапы роста жизненного цикла электродвигателей, его зрелости и спада продаж, отсутствие этапа внедрения.

Также выполнен корреляционно-регрессионный анализ динамики ежемесячных продаж электродвигателей 5АИ56А2 мощностью 0,18 кВт.

Регрессионное уравнение экспоненциальной функции имеет следующий вид:

$$y = 179.02 \cdot e^{-0.193 \cdot x},$$

где y - продажи электродвигателей, шт./мес.;
 x - месяцы года, мес.

График регрессионного уравнения представлен на рис. 4.

Данное регрессионное уравнение имеет свои математико-статистические параметры:

- ◆ ошибка аппроксимации - 17,03%;
- ◆ индекс корреляции - 0,96;
- ◆ критерий Фишера - 116,86, что превышает его табличное значение, равное 4,96;
- ◆ коэффициент детерминации - 0,92;
- ◆ корреляционное отношение - 0,96;
- ◆ коэффициент эластичности равен -1,25;
- ◆ β -коэффициент составил -0,964.

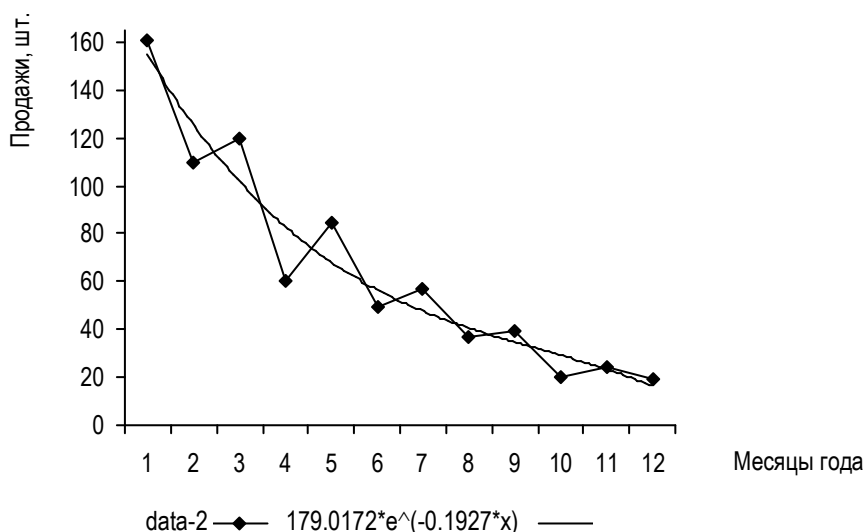


Рис. 4. Динамика жизненного цикла электродвигателей 5АИ56А2

Анализ регрессионного уравнения (и его графика) показывает, что оно является плотностью экспоненциального распределения вероятности с параметром λ , равным 179,02. Данная товарная марка общепромышленных электродвигателей с момента введения на рынок сразу перешла в стадию спада жизненного цикла, минуя стадии внедрения, роста и зрелости.

Проведенными исследованиями также выявлено, что такая случайная величина, как установленный период времени в динамике жизненного цикла, относящийся к определенной его стадии, может быть распределена на интервале наблюдений по разным законам.

Таким образом, динамика жизненного цикла любой товарной марки продукта и его стадии определяются функцией адаптации потребителей от времени восприятия инновации, а функция адаптации целиком и полностью зависит от закона распределения случайной величины. Случайной величиной в плотности распределения вероятности является номер стадии жизненного цикла (номер ее временного периода), а частотой - продажи данной товарной марки продукции в этот период стадии жизненного цикла. Поскольку нормальный закон распределения случайной величины и его функция плотности вероятности встречаются в экономике наиболее часто, типичная динамика жизненного цикла и функция адаптации потребителей имеют вид, представленный на рис. 1 и 2, а прочие функции следует считать исключением из общего правила.

¹ Баранова В.С. Оценка эффективности предпринимательских структур: связь с теорией жиз-

ненного цикла организации // Российское предпринимательство. 2015. Т. 16, № 12. С. 1851-1858.

² Потоцкий О.В. О жизненном цикле предприятий малого и среднего бизнеса и различных механизмах реализации управленческих решений на его этапах // Российское предпринимательство. 2016. Т. 17, № 1. С. 47-70.

³ Астафьева О.А. Концепция жизненного цикла товара для предприятий сферы услуг // Российское предпринимательство. 2012. № 21 (219). С. 126-129. URL: <https://bgscience.ru/lib/7761/>.

⁴ Пузиков Д.С. Прогнозирование жизненного цикла услуг интернет-телевидения // Вестник Самарского государственного экономического университета. Самара, 2011. № 7 (81). С. 76-79.

⁵ Краснова Н.А. Методология маркетинго-ограничительного управления жизненным циклом инновационного продукта // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 1. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/01/46142> (дата обращения: 24.05.2016).

⁶ Product life cycle information and process analysis methodology: integrated information and process analysis for product life cycle management / Gun Y.Kim [et al.] // Concurrent Engineering. 2012. December. Vol. 20, 4. P. 257-274.

⁷ Ельцова Е.С. Исследование тенденций и закономерностей развития предпринимательских структур на разных стадиях жизненного цикла организации // Российское предпринимательство. 2014. № 10 (256). С. 63-70. URL: <https://bgscience.ru/lib/8376/>.

⁸ Ситников А.П. Жизненный цикл инновационного социально и политически активного предпринимательского проекта // Вестник Самарского государственного экономического университета. Самара, 2011. № 4 (78). С. 82-88.

⁹ Balci O.A. Life cycle for modeling and simulation // SIMULATION. 2012. July. Vol. 88, 7. P. 870-883.

¹⁰ Madhani Pankaj M. Managing Sales Force Compensation: A Life Cycle Perspective // Compensation & Benefits Review. 2012. November/December. Vol. 44, 6. P. 315-326.

Поступила в редакцию 19.10.2016 г.