УДК 330.33:510.22

К.И. Иванов

Определение вида кривой жизненного цикла образовательной услуги на основе использования теории нечетких множеств

Предложен подход, позволяющий на основе построения функций принадлежности лингвистических переменных, характеризующих темпы прироста объема продаж и прибыли, определить вид кривой жизненного цикла образовательной услуги. Для решения данной задачи используется частотный метод теории нечетких множеств. Также разработана система правил, использование которой снижает влияние случайных колебаний темпов прироста прибыли и объема продаж на идентификацию отдельных стадий жизненного цикла. Указанная методика позволяет повысить качество управления образовательными услугами, оценить актуальность внедрения новинок.

Ключевые слова: теория жизненного цикла продукта, теория нечетких множеств, стадия жизненного цикла, частотный метод.

Постановка проблемы. Одной из фундаментальных концепций современного маркетинга является теория жизненного цикла продукта (ЖЦП), согласно которой товар (услуга) с момента своего введения на рынок и до выхода с него, проходит ряд определенных стадий (рис. 1, *а*). Каждая фаза характеризуется набором особенностей: объемами продаж и прибыли, а также их динамикой; ключевыми целями и задачами менеджера и т.д. Ценность данной концепции заключается в том, что она подчеркивает способность предприятия влиять на жизненный цикл своего продукта: добиваться наибольшего результата на каждой из стадий, поддерживать конкурентоспособность товаров (услуг) – путем внедрения новаций, репозиционирования или модификации существующего предложения.

Вместе с тем при попытке использовать данный инструмент на практике возникает существенная проблема: описание характеристик отдельных стадий жизненного цикла, как правило, имеет непараметрический вид – необходима количественная оценка критериев их идентификации.

В настоящее время наиболее распространенным является подход, при котором объем продаж рассматривается как случайная величина, и задача исследователя сводится к подбору закона ее распределения, наиболее полно описывающего имеющиеся фактические наблюдения [1]. Однако данная методика не содержит численных критериев, позволяющих дифференцировать отдельные стадии ЖЦП, поскольку имеет несколько иное назначение – прогнозирование количества реализуемой продукции.

В качестве альтернативы первому подходу Л.В. Ситниковой и О.И. Бастриковой [2] предпринята попытка использовать теорию нечетких множеств для оценки стадий жизненного цикла семейства электробритв. В настоящей статье данная идея получила дальнейшее развитие, рассмотрено ее практическое применение для определения вида кривой жизненного цикла образовательных услуг.

Актуальность данной работы заключается в том, что предложенная методика позволяет решить важнейшую задачу управления: определить рыночные перспективы товаров и услуг фирмы, своевременно диагностировать необходимость обновления ассортимента или внесения новаций в текущее предложение, прогнозировать потенциал новых разработок и учитывать его при формировании бизнес-плана. Рассмотренный в статье подход, равно как и сформированная система правил, достаточно просты и эффективны, чтобы стать частью инструментария менеджера.

Типология кривых ЖЦП. Традиционная кривая жизненного цикла продукта представлена на рис. 1, *а*. Как правило, по оси абсцисс откладывают время существования продукта, а по оси ординат – объем продаж или величину прибыли от его реализации. Именно два последних параметра наиболее часто используются при построении профиля кривой ЖЦП на практике.

Согласно Ж.-Ж. Ламбену [3], можно выделить значительное число кривых, описывающих различные формы ЖЦП (рис. 1, *а–д*).

Вместе с тем считаем необходимым ввести дополнительную классификацию кривых ЖЦП: синхронные и асинхронные. Примем следующее условие: если увеличению темпов прироста продаж соответствует увеличение темпов прироста прибыли или уменьшению – уменьшение, имеет место синхронная кривая ЖЦП.

Для асинхронных кривых ЖЦП увеличение темпов прироста продаж может соответствовать снижению темпов прироста прибыли (рис. 1, *е*, участок a_2) и наоборот: увеличение темпов прироста прибыли соответствовать снижению темпов прироста продаж (рис. 1, *е*, участок a_1). Данная ситуация может наблюдаться, в частности, при кардинальном изменении ценовой политики.

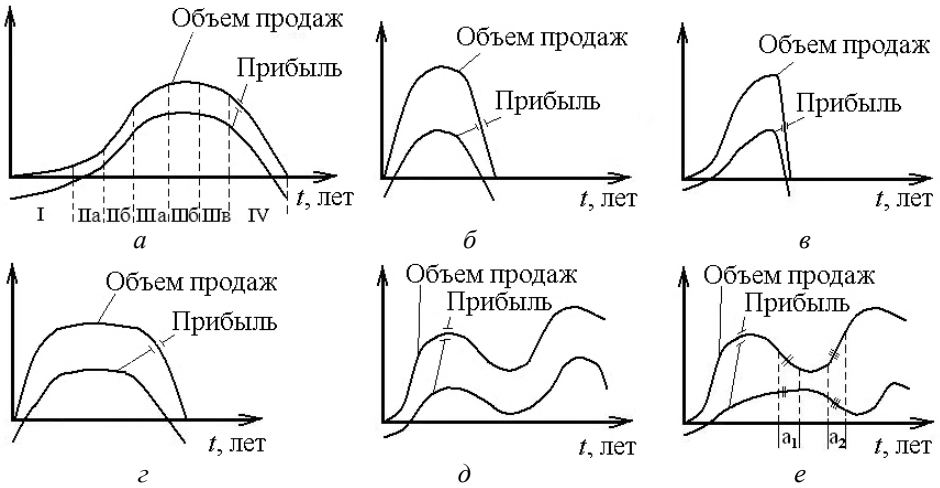

Рис. 1. Различные формы кривых ЖЦП (*а* – традиционная (I – внедрение, IIа – ранний рост, IIб – поздний рост, IIIа – зрелый рост, IIIб – насыщение, IIIв – зрелый закат, IV – закат); *б* – колокол; *в* – Л-образная; *г* – П-образная; *д* – с повторным циклом; *е* – асинхронная)

Выделение класса асинхронных кривых ЖЦП является необходимым, поскольку их изучение позволяет, во-первых, выявить те ключевые факторы, которые стали условиями появления асинхронности, во-вторых, учитывать их при реализации управленческих решений в дальнейшем.

Идентификация отдельных стадий ЖЦП. Рассмотрим универсальные множества значений темпов прироста объёмов продаж V и прибыли P, изменяющиеся в диапазоне (V_{min}; V_{max}) и (P_{min}; P_{max}) соответственно. Лингвистические переменные, каждая из которых соответствует определенным темпам прироста: «отрицательному», «близкому к нулевому», «медленному», «быстрому» – для стадий спада, зрелости, внедрения и роста, обозначим нечеткими множествами A_C, $A_З$, $A_В$, $A_Р$ и B_C, $B_З$, $B_В$, $B_Р$ для объема продаж и прибыли соответственно. Данные нечёткие множества являются подмножествами множеств V и P, и определяются через следующие функции принадлежности: μ_{Ac}, $\mu_{Aз}$, $\mu_{Aв}$, μ_{Ap} и μ_{Bc}, $\mu_{Bз}$, $\mu_{Bв}$, μ_{Bp}. Данные функции принадлежности отображают элементы v_i и p_i множеств V и P на множество вещественных чисел R из интервала [0;1] и указывают степень принадлежности каждого элемента, соответствующему нечёткому множеству. Пример функции принадлежности элементов множества V к понятиям, представленным нечеткими множествами A_C, $A_З$, $A_В$, $A_Р$, показан на рис. 2.

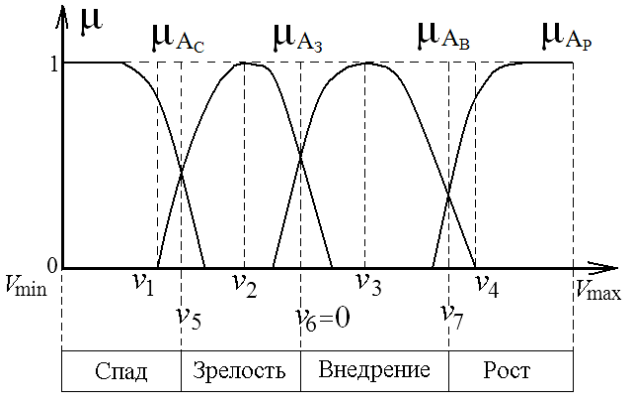

Рис. 2. Функция принадлежности множества значений темпа прироста объёма продаж

Из представленного рисунка следует: если темп прироста объема продаж составляют v_5 и менее (точка пересечения μ_{Ac} и $\mu_{Aз}$), его относят к нечеткому множеству A_C, что соответствует стадии «спад». Таким образом, точки пересечения функций принадлежности определяют пограничные значения темпов прироста v_5, v_6, v_7 и позволяют разделить различные стадии ЖЦП.

Для идентификации конкретной стадии ЖЦП, исходя из величины темпов прироста объема продаж и прибыли, необходимо ввести систему условий, согласующих данные показатели (рис. 3).

Таким образом, если в некоторый момент времени темпы прироста прибыли и объема продаж будут соответствовать численному значению v_t ($v_5<v_t<v_6$), принадлежащему нечеткому множеству $A_З$, то идентифицируемая стадия ЖЦП – «зрелость».

Для асинхронных кривых определять стадию ЖЦП будем исходя из темпов прироста объема продаж.

Темп прироста объема продаж					
	Быстрый	Асинхронная кривая	Асинхронная кривая	Рост	**Рост**
	Медленный	Асинхронная кривая	Зрелость	**Внедрение**	Рост
	Близкий к нулевому	Спад	**Зрелость**	Зрелость	Асинхронная кривая
	Отрицательный	**Спад**	Спад	Асинхронная кривая	Асинхронная кривая
		Отрицательный	Близкий к нулевому	Медленный	Быстрый
		Темп прироста прибыли			

Рис. 3. Система условий для определения текущей стадии ЖЦП

Данную систему следует дополнить следующими правилами:

Правило №1. Будем считать, что товар (услуга) может быть лишь единожды внедрен на рынок, соответственно если после стадии роста, зрелости или спада идентифицируется «внедрение», будем обозначать его как «рост».

Правило №2. Для того чтобы сгладить случайные колебания темпов прироста объемов продаж и прибыли при определении стадии ЖЦП в момент времени t, будем учитывать тип предыдущей (в момент (t – 1)) и последующей (t + 1) стадий (табл. 1).

Если фактические темпы прироста характеризуют стадию ЖЦП, недопустимую в определенных условиях (табл. 1), выбирается одна из допустимых, наиболее близкая к оцениваемой. Представленная система правил является открытой и может быть дополнена и изменена.

Таблица 1

Определение текущей стадии ЖЦП с учетом предыдущей и последующей

Допустимые в момент (t) стадии ЖЦП с учетом предыдущей и последующей		Последующая стадия (в момент (t +1))			
		Внедрение (В)	Рост (Р)	Зрелость (З)	Спад (С)
Предыдущая стадия (в момент (t – 1))	Внедрение (В)	В	В, Р	В, Р, З	В, Р, З, С
	Рост (Р)	Р	Р	Р, З	Р, З, С
	Зрелость (З)	Р, З	Р, З	З	З, С
	Спад (С)	Р, С	Р, С	Р, З, С	С

Экспериментальная проверка методики. Для построения функции принадлежности рассматриваемых четырех лингвистических переменных воспользуемся частотным методом [4]. Экспериментальную проверку предложенного подхода проведем для образовательных услуг, реализуемых центром профессиональной переподготовки ТУСУРа (ЦПП ТУСУРа).

Для этого ряду экспертов (в нашем случае – 7 человек), хорошо знакомых с функционированием данного типа коммерческих образовательных учреждений, было предложено назвать такие значения темпов прироста объемов продаж и прибыли, для которых принадлежность к нечетким множествам $A_С$, $A_З$, $A_В$, $A_Р$ и $B_С$, $B_З$, $B_В$, $B_Р$ равна единице. Например, при каком значении темпа прироста прибыли можно с уверенностью сказать, что имеет место спад?

Далее каждый из интервалов разбивался на несколько меньших и экспертам предлагалось оценить их. Например, при каком значении темпа прироста объема продаж можно считать, что скорее всего имеет место спад, но нельзя быть полностью в этом уверенным?

В результате расчетов были получены значения темпов прироста объема продаж и прибыли, идентифицирующие стадии ЖЦП (табл. 2).

Таблица 2

Граничные значения для идентификации отдельных стадий ЖЦП

Темпы прироста	Стадия, %			
	Спад	Зрелость	Внедрение	Рост
Продаж	≤ – 4	(– 4; 9]	(9; 21]	> 21
Прибыли	≤ – 5	(– 5; 6]	(6; 16]	> 16

Сводные оценки экспертов представлены в табл. 3. На основе анализа собранных данных были построены графики функций принадлежности нечетких множеств (рис. 4).

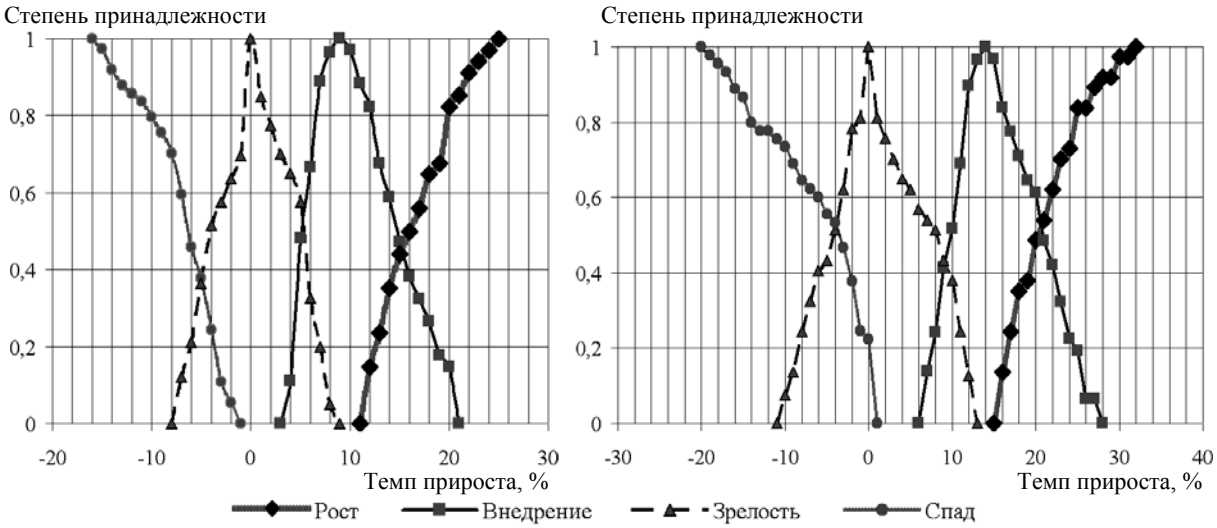

Рис. 4. Функции принадлежности для темпа прироста объема продаж (слева) и прибыли (справа)

Пример использования предложенной методики. В качестве примера экспериментальной проверки данной методики рассмотрим определение типа кривой жизненного цикла образовательного продукта «менеджмент туризма».

1. На первом этапе необходимо произвести расчет темпов прироста объема продаж и прибыли (метод цепной подстановки) (табл. 4).

Таблица 4

Определение темпов прироста прибыли и объема продаж, %

Показатель	2001–2002	2002–2003	2003–2004	2004–2005	2005–2006	2006–2007
Темп прироста объема продаж	40	14	0	25	– 40	– 33
Темп прироста прибыли	27	5	5	14	– 58	– 50

2. На основании схемы, рассмотренной на рис. 3. предварительно идентифицируются стадии ЖЦП исходя из значений темпов прироста: Р, З, З, В, С, С (В – внедрение, Р – рост, З – зрелость, С – спад).

3. Применяется рассмотренная выше система правил:

а) в соответствии с правилом №1 четвертая стадия заменяется на «Р»;

б) в соответствии с правилом №2 (см. табл. 1) четвертая стадия может быть либо «З», либо «С». Поскольку фактическое значение темпов прироста ближе к «З», стадия идентифицируется как зрелость.

4. Определение типа кривой. Поскольку для данного образовательного продукта не наблюдается стадия внедрения и существенную часть жизненного цикла составляет зрелость, вид кривой – П-образная. Направление изменения темпа прироста объема продаж соответствует изменению темпа прироста прибыли, тип кривой – синхронная.

Таблица 3

Оценка соответствия лингвистических переменных, отражающих темп прироста объема продаж и прибыли, числовым значениям

Лингвистическая оценка	Степень принадлежности μ	Экспертные оценки темпов прироста объема продаж, %							Степень принадлежности, μ	Экспертные оценки темпов прироста прибыли, %						
		Э1	Э2	Э3	Э4	Э5	Э6	Э7		Э1	Э2	Э3	Э4	Э5	Э6	Э7
Определенно спад	1	–20	–18	–16	–17	–15	–19	–17	1	–10	–15	–12	–10	–16	–12	–15
Скорее всего – спад	0,78	–15	–12	–10	–11	–14	–15	–10		– 9	–12	–10	–8	–9	–7	–8
Возможно спад (скорее спад, чем случайное отклонение)	0,62	–8	–9	–6	–7	–9	–5	–6		–7	–8	–8	–6	–7	–5	–4
Скорее всего – не спад (скорее случайное отклонение, чем спад)		–2	–3	–4	–2	–1	–2	–3		–3	–2	–5	–7	–6	–5	–4
Нулевой спад		0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
Определенно нулевые темпы прироста	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Близкий к нулевому прирост (чуть больше)	0,75	3	2	1	4	3	2	1		2	3	5	4	2	5	3
Близкий к нулевому прирост (чуть меньше)	0,68	–2	–4	–2	–3	–4	–2	–3		– 1	0	0	–2	–1	0	–3
Определенно еще не нулевой прирост (в меньшую сторону)		–7	–8	–8	–6	–7	–10	–8		–4	–6	–5	–4	–4	–7	–5
Определенно уже не нулевой прирост (в большую сторону)		7	10	12	10	8	11	10		5	7	8	6	5	7	5
Определенно медленный прирост	1	15	12	17	16	15	12	11	1	7	9	7	10	11	12	10
Примерно медленный прирост (в меньшую сторону)	0,3	11	9	7	8	7	8	7		4	5	6	6	5	8	7
Примерно медленный прирост (в большую сторону)	0,7	20	21	20	18	20	17	16		10	13	14	11	12	13	12
Определенно еще не медленный прирост (скорее, нулевой с отклонениями)		10	11	12	12	13	10	9		5	6	7	5	4	5	6
Определенно уже не медленный прирост (скорее быстрый с отклонениями)		25	23	22	24	21	27	25		15	16	20	14	16	17	18
Определенно быстрый прирост	1	30	28	25	32	30	27	25	1	22	21	20	25	22	23	25
Скорее быстрый прирост, чем медленный		22	23	20	19	18	22	23	0,54	18	20	18	19	20	20	17
Скорее медленный прирост, чем быстрый		18	16	17	16	16	18	17	0,24	15	12	15	14	14	12	13

Заключение. Предложенный метод определения вида кривой жизненного цикла образовательной услуги может дополнить собой инструментарий менеджера. Его использование позволяет решить актуальные задачи управления: определить рыночные перспективы собственных товаров и услуг; своевременно выявлять необходимость их модернизации либо внедрения новаций и прогнозирования их жизненного цикла; оценивать эффективность ранее принятых решений в области разработки новшеств и их продвижения.

В числе достоинств представленного метода следует назвать то, что он опирается не только на объем продаж как традиционный показатель, но и на прибыль предприятия (т.е. вместо одного параметра рассматривается два, что снижает влияние случайных колебаний на конечные выводы исследователя). Подразделение кривых ЖЦП на синхронные и асинхронные позволяет проводить анализ эффективности ранее реализованных управленческих решений, оценивать возможность их применения для нового товара.

Литература

1. Семиглазов В.А. Комплекс управленческих решений по устойчивому функционированию и развитию инновационной фирмы: дис. … канд. техн. наук. – Томск, 2006. – 116 с.

2. Ситникова Л.В. Анализ жизненных циклов на основе применения теории нечетких множеств / Л.В. Ситникова, О.И. Бастрикова // Менеджмент в России и за рубежом. – 2009. – №4. – С. 77–78.

3. Ламбен Ж.-Ж. Менеджмент, ориентированный на рынок / Пер. с англ. под ред. В.Б. Колчанова. – СПб.: Питер, 2007. – 247 с.

4. Борисов А.Н. Принятие решений на основе нечетких моделей: Примеры использования / А.Н. Борисов, О.А. Крумберг, И.П. Федоров. – Рига: Знание, 1990. – С. 10.

Иванов Константин Игоревич
Аспирант каф. телевидения и управления ТУСУРа
Тел.: 8-923-413-27-18
Эл. почта: kest@vtomske.ru

Ivanov K.I.

Determination of the curve of the life cycle of educational services using fuzzy sets

The approach allows to build the basis of membership functions of linguistic variables which characterize the growth in sales and earnings, to determine the form of the curve of the life cycle of educational services. To solve this problem, we use the frequency method of fuzzy sets. Also we developed a system of rules, which allows to reduce the effect of random fluctuations in growth of profits and sales in the final conclusions of an investigator.

Keywords: theory of the product life cycle, theory of fuzzy sets, the stage of the life cycle, the frequency method, education services.