

УДК 657.922 © М.М. Криворотов

М.М. Криворотов

ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО СРОКА СЛУЖБЫ ОБЪЕКТА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ НА ОСНОВЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ МОДЕЛЕЙ

В статье рассматривается вопрос оценки срока жизни и темпов устаревания объектов интеллектуальной собственности (ОИС). Автором предлагается аналитический метод определения срока полезного использования ОИС, с помощью построения вероятностной модели, описывающей темпы выбытия аналогичных активов.

Ключевые слова: интеллектуальная собственность, кривая выживаемости, срок полезного использования, вероятностная модель, устаревание, выбытие.

Формирование экономики, основанной на знаниях и инновациях, стало мировой тенденцией начала XXI века. На протяжении последних двух столетий интеллектуальная собственность (ИС) приобрела роль нового источника богатства и благосостояния.

В связи с этим, назрела потребность во всестороннем осмыслении места и роли ИС в целях создания, эффективной системы коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности (РИД). Достижение поставленной цели во многом зависит от решения существующих проблем в области методики стоимостной оценки объектов интеллектуальной собственности (ОИС), таких, как высокая субъективность, ограниченность применения, слабая адаптация и теоретическая проработанность методов оценки ОИС. Наряду с общей неразвитостью рынка ОИС, названные проблемы являются причиной того, что существенная доля РИД выходит на рынок, не имея объективной стоимостной оценки и необходимой правовой защиты, тем самым, определяя низкую эффективность процессов коммерциализации. С этой позиции, мы можем обосновать высокую актуальность и научно-практическую значимость исследований в области методики и методологии стоимостной оценки ОИС.

Определение остаточного срока службы (полезного использования) является важным элементом в процедуре оценки рыночной стоимости ОИС. В затратном подходе это выражается при определении стоимости замещения объекта оценки. В рамках сравнительного подхода, анализ срока службы в первую очередь представляет основу для выбора и корректировки данных относительно сделок-аналогов [7, с. 322–327]. В доходном подходе анализ срока

службы является необходимым элементом, на основе которого определяется дискретный промежуток времени, в течение которого ОИС способен генерировать доход.

Как правило, при оценке ОИС, его остаточный срок службы определяется исходя из срока действия патента, свидетельства, или другого документа, охраняющего права собственности на результат интеллектуальной деятельности (РИД). В действительности различные факторы зачастую могут приводить к устареванию ОИС задолго до истечения срока действия охранного документа. В этой ситуации определение остаточного срока использования ОИС, на основе срока действия охранного документа приводит к снижению достоверности результатов, полученных в ходе стоимостной оценки.

В зависимости от того, какой информацией обладает оценщик, возможны различные методы определения остаточного срока службы. Наиболее надежный прогноз срока полезного использования может быть получен на основе патентных и маркетинговых исследований. Такой подход требует больших затрат, и поэтому, за исключением случаев оценки дорогостоящих ОИС, в широкой практике как правило не применяется.

Другим методом является оценка остаточного срока полезного использования на основе анализа жизненного цикла ОИС, с использованием моделей замещения (диффузии) технологий, таких как модели Фишера-Прая, Басса, Робинсона-Лакхани, Марчетти и др. [3, с. 15–19]. Подобные модели так или иначе используют подходы, заимствованные из теорий популяционной динамики распространения эпидемий. В данной работе мы не будем рассматривать достоинства и недостатки этих моделей,

отметим только их общий детерминированный характер.

Наконец, третьим подходом к оценке остаточного срока полезного использования является анализ выживаемости, который представляет собой изучение условий размещения аналогичных активов и их последующего выбытия. Статистические методы, представленные в анализе выживаемости, первоначально были развиты в медицинских, биологических исследованиях и страховании [2, с. 372–402], но затем стали широко применяться в социальных и экономических науках, а также в инженерных задачах.

В отличие от детерминированных моделей данная методика основана на представлении о том, что остаточный срок полезного использования ОИС является случайной величиной, которую можно описать только вероятностными моделями. [5]

Вероятность того, что за время t объект не достигнет состояния, при котором его дальнейшая эксплуатация и восстановление станет недопустимым или нецелесообразным (предельное состояние), определяют как:

$$P(Q) = P(t \geq Q) \quad (1)$$

Функция $P(Q)$ показывает вероятность с которой объект доживет до времени t . Поэтому ее называют «кривой выживаемости». Сам термин «кривая выживаемости» (survivor curve) заимствован из теории актуарных расчетов, и характеризует процесс выбытия из эксплуатации объектов по мере достижения ими предельного состояния [7, с. 334].

Для описания кривой выживаемости используют различные законы распределения. К числу наиболее часто используемых в этих целях инструментов относят так называемые кривые выживаемости типа Айова [8, 10]. Оригинальные кривые выживаемости типа Айова были построены в результате исследований эмпирических данных, относящихся к характеристикам сохранивших работоспособность объектов промышленных и коммунальных предприятий различных видов. Применительно к оценке машин в российской оценочной практике подобные модели рассматривались в работах Тришина В. Н. [8, 9]. Кроме того, вероятностные модели для описания срока полезного использования применяются в задачах оценки стоимости объектов интеллектуальной собственности [1, 7, 11]. Кроме моделей, предложенных в штате Айова, для вероятностного описания оставшегося срока полезного использования ОИС, может

использоваться также логнормальное распределение, которое наряду с распределением Вейбулла получило широкое применение и развитие в теории надежности технических систем, машин и сложных конструкций [6]. Выбор того или иного распределения определяется характером преобладающих процессов, наличием исходной информации и возможностями вычислительных процедур.

Определив форму теоретического распределения, тем самым мы задаем функцию $P(Q)$. На основе которой мы можем определить средний срок (ASL) и средний остаточный срок службы (ARL) ОИС.

Для наглядности рассмотрим метод анализа выживаемости на примере:

1. Построение кривой. Для выполнения и построения кривой выживаемости необходимо провести анализ данных о количестве ОИС, находящихся в эксплуатации (активных) и выбывших из эксплуатации в течение каждого периода. Данные для выполнения анализа срока службы представим в виде табл. 1.

В табл. 1 представлены данные по возрасту и сроку службы ОИС за период с 2002 по 2013 год. Число активных ОИС показывает количество объектов, которые потенциально могут выбыть в данном периоде, а число выбывших – количество выбывших по факту ОИС в течение года. Строки соответствуют периоду внедрения, а столбцы годам эксплуатации ОИС. Например, из 15 ОИС, внедренных в производство в 2004 году, в том же году выбыло 4 объекта. В следующем году из той же группы ОИС выбыло еще 5. В итоге из группы ОИС внедренных в 2004 году, по состоянию на 2013 год в эксплуатации остался 1 ОИС. В нижней строке таблицы 2 суммируется общее число активных и выбывших ОИС, из каждой группы.

Для построения кривой выживаемости используем метод темпа выбытия [7 с.343]. Данные об активных и выбывших ОИС (табл. 1), а также об объектах, срок жизни которых не позволяет оценить вероятность их выбытия в данном интервале, сгруппируем по возрастным интервалам, (объекты не прошедшие временной интервал на дату оценки, Q_c) (табл. 2).

Коэффициент выбытия (K_d) рассчитан как отношение количества ОИС выбывших в возрастном интервале (Q_d), к количеству объектов которые потенциально могли выбыть в данном периоде (Q_A).

$$K_d = \frac{Q_d}{Q_A} \quad (2)$$

Коэффициент выживаемости является

Таблица 1
Данные о внедрении и выбытии ОИС (составлено автором)

Период внедрения	Количество ОИС	Период эксплуатации											2013
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
2002	Активных	48	48	43	33	30	22	20	18	17	12	12	10
	Выбывших	0	5	10	3	8	2	2	1	5	0	2	38
2003	Активных		12	9	6	5	4	3	2	2	1	1	0
	Выбывших		3	3	1	1	1	1	0	1	0	1	12
2004	Активных			15	11	6	3	2	2	2	1	1	1
	Выбывших			4	5	3	1	0	0	1	0	0	14
2005	Активных				12	10	5	4	3	2	1	1	0
	Выбывших				2	5	1	1	1	1	0	1	12
2006	Активных					8	4	3	2	1	0	0	0
	Выбывших					4	1	1	1	1	0	0	8
2007	Активных						21	16	15	13	7	7	6
	Выбывших						5	1	2	6	0	1	15
2008	Активных							32	23	18	10	8	6
	Выбывших							9	5	8	2	2	26
2009	Активных								20	12	3	3	2
	Выбывших								8	9	0	1	18
2010	Активных									12	3	3	3
	Выбывших									9	0	0	9
2011	Активных										14	13	12
	Выбывших										1	1	2
2012	Активных											18	15
	Выбывших											3	3
2013	Активных												30
	Выбывших												0
Итого	Активных	48	60	67	62	59	59	80	85	79	52	67	85
	Выбывших	0	8	17	11	21	11	15	18	41	3	12	157

дополнением коэффициента выбытия и определяется по формуле:

$$K_x = 1 - K_d \quad (3)$$

Другими словами, коэффициенты выживаемости и выбытия представляют собой вероятность соответствующего события в каждом временном интервале. Для удобства обозначим их $P(D)$ и $P(S)$. Тогда значения «кривой выживаемости» находятся по формуле:

$$P_t(Q) = P_t(S) \cdot P_{t-1}(Q) \quad (4)$$

Другими словами, кривая выживаемости отражает вероятность, с которой объект доживет до времени t , и определяется как произведение вероятностей выживания текущего и каждого предыдущего момента времени t .

$$P_t(Q) = \prod_{i=1}^t P_i(S) \quad (5)$$

Например, для возрастного интервала от 4 до 5 лет, из последнего столбца в таблице 37 мы видим, что в этом возрастном интервале значение кривой выживаемости равно 26,30 %, что соответствует произведению коэффициента выживаемости текущего периода (76,36 %) и вероятности выживания ОИС в предыдущий период (34,43 %). Графически кривая выживаемости выглядит следующим образом (рис. 1).

Построенная кривая выживаемости начинается со 100 % активных ОИС в нулевом возрасте и доходит до u процентов действующих ОИС в возрасте x . Данная кривая выживаемости называется укороченной, поскольку ее минимальное значение (9,75 % в возрастном интервале от 10 до 11 лет), не доходит до 0% активных ОИС [7, с. 343].

На основе укороченной кривой выживаемости

Таблица 2
Расчет значений кривой выживаемости с использованием Метода темпа выбытия
 (составлено автором)

Возрастной интервал (t, лет)	$Q_A Q_A$ (ед.)	$Q_d Q_d$ (ед.)	$Q_c Q_c$ (ед.)	$K_d K_d$ (%)	$K_s K_s$ (%)	$P(Q) P(Q)$ (%)
0	242	0	0	0,00	100,00	100
0-1	212	48	30	22,64	77,36	77,36
1-2	149	35	15	23,49	76,51	59,19
2-3	102	26	12	25,49	74,51	44,10
3-4	73	16	3	21,92	78,08	34,43
4-5	55	13	2	23,64	76,36	26,30
5-6	36	5	6	13,89	86,11	22,64
6-7	25	3	6	12,00	88,00	19,93
7-8	22	3	0	13,64	86,36	17,21
8-9	19	5	0	26,32	73,68	12,68
9-10	13	1	1	7,69	92,31	11,70
10-11	12	2	0	16,67	83,33	9,75

не всегда возможно непосредственно оценить средний срок службы или остаточный срок полезного использования. Тем не менее, отдельные наблюдения на основе укороченной кривой могут быть использованы для определения прогнозирования полной кривой. Выбор стандартной кривой (функции) выживаемости, наиболее подходящей для экстраполяции фактической укороченной кривой, часто основан на двух методах: визуальный анализ укороченной кривой или приближении функции методом наименьших квадратов.

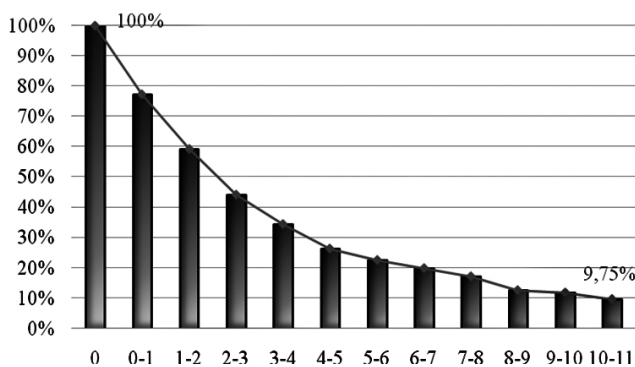


Рис. 1. Укороченная кривая выживаемости (составлено автором)

Согласно рисунку 1 полная кривая выживаемости может быть задана одним из следующих типовых распределений (вид приближающей функции):

- экспоненциальное распределение: $S(t) = ae^{bt}$ (6)
- логарифмическое распределение: $S(t) = a \ln t + b$ (7)
- распределение Вейбулла: $S(t) = e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^b}$ (8)

где $S(t)$ – процент активных ОИС в возрасте t , t – возраст ОИС, a – параметр формы (*shape parameter*), b – параметр масштаба (*scale parameter*) e – число Эйлера, математическая константа.

Для окончательного выбора закона распределения фактических данных, с помощью метода наименьших квадратов (МНК) найдем параметры уравнений 6, 7, 8.

Итоговые уравнения, полученные для каждого из распределений с использованием МНК (рассчитанных с помощью Statsoft STATISTICA 10), имеют вид:

- экспоненциальное распределение: $S_{exp}(t) = 1,081e^{-0,209t}$ (9)

- логарифмическое распределение: $S_{ln}(t) = -0,379 \ln(t) + 0,9933$ (10)

- распределение Вейбулла: $S_W(t) = e^{-\left(\frac{t}{3,28}\right)^{0,995}}$ (11)

Для визуального анализа получившихся зависимостей, построим графики указанных функций (рис. 2), при этом значение каждого возрастного интервала примем равным среднему и увеличим рассматриваемый период до 31 года.

На основе визуального анализа графиков различных распределений (рис. 2) мы можем сделать вывод о том, что приближение на основе распределения Вейбулла является наиболее точным, кроме того функции $S_{exp}(t)$ и $S_{ln}(t)$ при некоторых t , имеют недопустимые значения ($S(t) < 0\%$; $S(t) > 100\%$). Выбор функции распределения Вейбулла в качестве наиболее точно аппроксимирующей исходные данные также подтверждается минимальным значением суммы квадратов отклонений $\sigma_W = 5,80\%$ ($\sigma_{exp} = 20,12\%$; $\sigma_{ln} = 42,17\%$), при этом высокое значение коэффициента детерминации для распределения Вейбулла (0,98), характеризует тесную взаимосвязь функций $S_W(t)$ и $P(Q)$.

Определив форму теоретического распределения, тем самым мы задаем функцию, на основе которой мы можем определить, средний срок службы (ASL) по формуле:

$$S(ASL) = 0,5 \quad (12)$$

Другими словами, средний срок службы - это

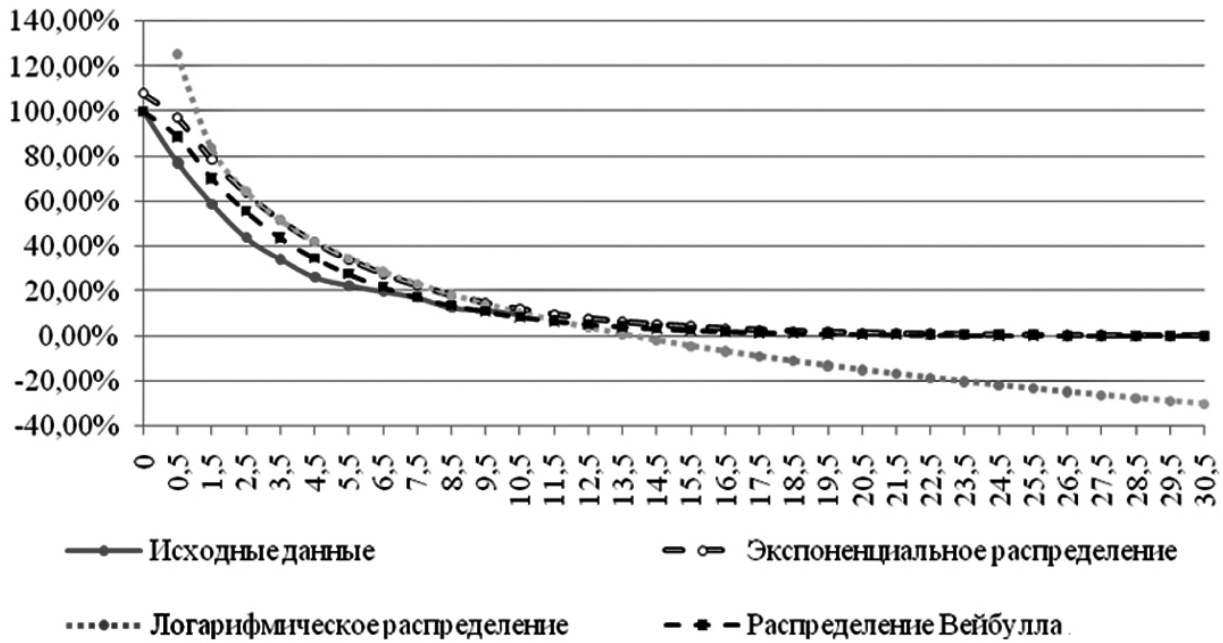


Рис. 2. Сопоставление укороченной и полных кривых выживаемости (составлено автором)

значение переменной t , при котором вероятность продолжения функционирования объекта равна вероятности его выбытия. Для нашего примера средняя продолжительность жизни объекта находится из уравнения:

$$e^{-\left(\frac{ASL}{4,23}\right)^{0,9995}} = 0,5 \quad (13)$$

Прологарифмировав и преобразовав уравнение 22 получим:

$$ASL = -4,23(\ln 0,5)^{\frac{1}{0,9995}} = 2,94 \quad (14)$$

Таким образом, средний срок жизни объекта составляет 3 года, графически это можно представить следующим образом (рис. 3):

В заключении необходимо сформулировать ряд выводов об эффективности и применимости метода анализа выживаемости при оценке остаточного срока использования ОИС.

1. Метод анализа выживаемости позволяет оценить оставшийся срок полезного использования на основе имеющейся ретроспективной информации об эксплуатации ОИС на предприятии, что дает возможность учесть темпы устаревания, которым подвержен оцениваемый объект.

2. Оценка на основе вероятностных моделей позволяет избежать

субъективности при учете факторов устаревания, а применение регрессионного анализа увеличить точность полученных результатов.

3. Описание метода и его интерпретация относятся к оценке ОИС, однако с небольшими уточнениями метод может быть применен для определения остаточного срока службы объектов недвижимости, машин, оборудования и других объектов оценки, для которых срок службы или срок полезного использования можно считать случайной величиной.

4. Для применения метода анализа выживаемости необходима информация о выбытии большого массива однородных объектов, в одинаковых условиях эксплуатации, за продолжительный период времени. Точность оценки при этом напрямую зависит от размера и однородности анализируемой выборки.

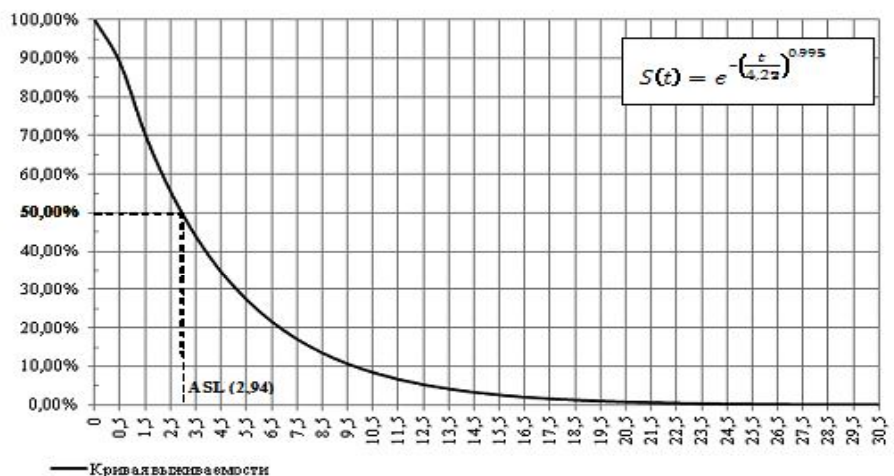


Рис. 3. Средний срок жизни (ASL) ОИС

Библиографический список

1. Азгальдов, Г.Г. Вознаграждение за использование интеллектуальной собственности [Электронный ресурс] / Г.Г. Азгальдов, Н.Н. Карпова // Режим доступа: <http://www.ocenchik.ru/docs/437.html>, свободный.
2. Гланц, С. Медико-биологическая статистика [Текст] / С. Гланц ; пер. с англ. Ю.А. Данилова, под ред. Н. Е. Бузикашвили и Д. В. Самойлова. – М. : Практика, 1998. – 459 с.
3. Как управлять массовым сознанием: современные модели [Текст] / В.А. Минаев [и др.] – М. : 2012 – 213 с.
4. Козлов, В.В. Техника оценки машин и оборудования [Текст] / В.В. Козлов // Вопросы оценки. – 2002. – №2. – С. 48–63.
5. Лейфер, Л.А. Определение остаточного срока службы машин и оборудования на основе вероятностных моделей : [Электронный ресурс] / Л.А. Лейфер, П.М. Кашникова // Режим доступа: http://www.labrate.ru/leifer/leifer_kashnikova_article_2007-1_residual_service_life.htm. – Загл. с экрана, свободный.
6. Надежность и эффективность в технике: [Текст]: Справочник в 10 томах. - М.: Машиностроение, 1987 – 351 с.
7. Рейли, Р. Оценка нематериальных активов [Текст] / Р. Рейли, Р. Швайс; пер. с англ. Бюро переводов Ройд, под ред. В.М. Рутгайзера – М.: КВИНТО-КОНСАЛТИНГ, 2005. – 792 с.
8. Тришин, В.Н. О начислении износов при массовой оценке имущественного комплекса предприятия. [Текст] / В.Н. Тришин // Вопросы оценки. – 2005. – №2 – С. 8–15.
9. Тришин, В.Н. Метод экспресс-оценки для крупного предприятия [Текст] / В. Н. Тришин, М. В. Шatrov // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2002. – № 10. – С. 77–85.
10. Engineering Valuation and Depreciation / Anston Marson, Robley Winfrey, Jean C.Hempstead, Iowa State University Press, 1982.
11. Parr R. Royalty rates for licensing intellectual property / Russell Parr // Hoboken, New Jersey. : John Wiley & Sons, 2007. – 240 p.

**ESTIMATES OF REMAINING USEFUL LIFE OF INTELLECTUAL PROPERTY
BY PROBABILISTIC MODELS**

Maxim M. Krivorotov,
lecturer, Siberian Regional School of Business (college)

Abstract. Article contains a discussion of assessment of the remaining life and obsolescence rate of intellectual property (IP). The author proposes analytical method for determining the remaining useful life of IP, by constructing a probabilistic model describing disposal rate of similar assets.

Keywords: intellectual property, survival curve, useful life, probabilistic model, obsolescence, retirement

Сведения об авторе:

Криворотов Максим Михайлович – преподаватель предметно-цикловой комиссии бухгалтерско-экономических дисциплин Сибирской региональной школы бизнеса (колледж) (г. Омск Российская Федерация), e-mail: Economist_Job@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 13.03.2014.