
GIN2013_Web_Final.pdf (дата обращения: 26.02.2016).

Giving in numbers: 2014 Edition. Committee Encouraging Corporate Philanthropy (CECP), 2014. URL: http://cecp.co/download-files.html?fname=pdfs/giving_in_numbers/GIN2014_Web_Final.pdf (дата обращения: 26.02.2016).

Giving in numbers: 2015 Edition. Committee Encouraging Corporate Philanthropy (CECP), 2015. URL: http://cecp.co/download-files.html?fname=pdfs/giving_in_numbers/GIN_2015_FINAL_web.pdf (дата обращения: 26.02.2016).

Halme M., Laurila J. Philanthropy, integration, or innovation? Exploring the financial and social outcomes of different types of corporate responsibility // Journal of Business Ethics. 2009. Vol. 84. № 3. P. 325–339.

Klein P. The coming end of corporate charity, and how companies should prepare? 07.09.2014. URL: <http://www.forbes.com/sites/forbesleadershipforum/2014/07/09/the-coming-end-of-corporate-charity-and-how-companies-should-prepare/> (дата обращения: 26.02.2016).

Porter M., Kramer M. The competitive advantage of corporate philanthropy // Harvard Business Review. 2002. Dec. P. 56–68.

Porter M., Kramer M. Creating shared value: How to reinvent capitalism – and unleash a wave of innovation and growth // Harvard Business Review. 2011. Jan. P. 62–77.

Spero J.E. Charity and philanthropy in Russia, China, India, and Brazil. The Foundation Center, 2014. URL: http://www.foundationcenter.org/gain-knowledge/research/pdf/philanthropy_bric.pdf (дата обращения: 26.02.2016).

Рукопись поступила в редакцию 07.03.2016 г.

ВЛИЯНИЕ НАДЕЖНОСТИ И РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ МАШИН НА ДИНАМИКУ ИХ ОБЕСЦЕНЕНИЯ

С.А. Смоляк

Построена эргодическая модель, описывающая зависимость рыночной стоимости и обесценения машины от ее эффективного возраста, надежности и ремонтпригодности. Нетрадиционное использование известных принципов дисконтирования и стабильности позволяет связать стоимость некоторой машины на дату оценки со стоимостью ее аналогов на ту же дату и учесть случайный характер процессов эксплуатации и ремонта машины. Предложенная модель объясняет, почему в машинном парке обычно имеется много машин, возраст которых намного превышает нормативный срок службы.

Ключевые слова: машины и оборудование, рыночная стоимость, обесценение, эффективный возраст, надежность, ремонтпригодность, отказ, наиболее эффективное использование, эргодическая модель.

1. МАШИНЫ, ИХ СОСТОЯНИЕ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И СТОИМОСТЬ

Настоящая статья посвящена одной из проблем оценки рыночной стоимости машин (этот термин охватывает также оборудование и установки). Рассматривается рынок, на котором обращаются машины определенной марки (модели, модификации). Этот рынок делится на первичный и вторичный. На *первичном* рынке продаются машины *в новом состоянии* (только что произведенные, еще не введенные в эксплуатацию), на *вторичном* – подержанные (бывшие в эксплуатации),

© Смоляк С.А., 2016 г.

но работоспособные¹ машины. Предполагается, что все машины в новом состоянии идентичны, тогда как все подержанные машины различаются по своему *техническому состоянию*.

Понятие рыночной стоимости (далее – стоимости) применимо к любым объектам, обращающимся на рынке, в частности к товарам, работам и услугам. Стоимость объекта на определенную дату – *дату оценки* – определяется как цена его продажи на открытом рынке на эту дату при некоторых «стандартных» условиях, которые подробно рассматриваются в (Международные стандарты оценки, 2011, 2013; Европейские стандарты оценки, 2009, 2010) и другой литературе по оценке имущества. Например, необходимо, чтобы сделка купли-продажи не была вынужденной, а стороны сделки имели полную информацию о предмете сделки и вели себя экономически рационально. Рациональность поведения покупателя, в частности, подразумевает, что приобретенный объект будет использоваться наиболее эффективно; это предположение формулируется как принцип *наиболее эффективного использования* (НЭИ).

Представляется, что принцип НЭИ должен рассматриваться как некий идеал, к которому оценщики должны стремиться, а не как руководство к действию. Дело в том, что максимизация эффекта от использования имущества предполагает оптимизацию этого процесса, т.е. *всех* его организационных и технологических характеристик (скажем, сменности работы машины, порядка ее переключения с одних видов работ на другие, организации взаимодействия с другими машинами той же технологической цепи). На практике же удается оптимально выбрать лишь *некоторые* такие характеристики. Поэтому более уместно говорить об экономически *рациональном* (частично оптимизирован-

¹ На реальном рынке продаются и неработоспособные машины, однако мы не рассматриваем таких продаж, за исключением продаж машин на утилизацию (см. ниже).

ном) использовании объекта (Смоляк, 2011а, 2011б).

Мы принимаем, что продавцы и покупатели машин в «стандартной» сделке являются предприятиями, а не физическими лицами и в своих экономических расчетах руководствуются одной и той же рыночной ставкой дисконтирования r , отражающей минимальные требования к доходности осуществляемых ими инвестиций.

В теории оценки стоимость объекта (в отличие от его цены) рассматривается не как наблюдаемый факт, а как *суждение* оценщика о цене сделки, которая *могла бы* быть таковой при определенных условиях. При этом наблюдаемые цены купли-продажи даже идентичных по своим характеристикам объектов могут отличаться от их стоимости хотя бы из-за «нестандартных» условий соответствующих сделок.

Чтобы оценить рыночную стоимость (V) подержанной машины, оценщики вначале оценивают восстановительную стоимость² (BC; Reinstatement Value, RV) этой машины V_0 , т.е. стоимость машины той же марки нулевого возраста (на первичном рынке), затем корректируют ее с учетом обесценения (*depreciation*) машины (Международные стандарты оценки, 2011, 2013; Основы оценки, 2006). В этих целях используется одна из трех следующих формул:

$$V = V_0 - D, V = V_0 g, V = V_0(1 - d). \quad (1)$$

Первая формула относится к ситуации, когда оценщик в состоянии определить стоимость обесцененной машины (D). Однако гораздо чаще он имеет возможность оценить уменьшение стоимости машины в относительном (по отношению к BC) выражении.

В таком случае оценщики, например, в США применяют вторую формулу. В этой статье мы также ориентируемся на нее. Величину $100g$ в США называют *процентом годности* (*percent good factor, PGF*). Третья формула

² Иногда ее называют также стоимостью производства.

широко используется российскими оценщиками, а величина $100d = 100(1 - g)$ называется процентом (физического) износа, или обесценения. На практике оценщики устанавливают значения процентов годности (или износа) с помощью различных формул и таблиц, связывающих эти значения с возрастом оцениваемой машины (см., например, (Лейфер, 2015; Assessors' Handbook Section 581; Personal Property Manual, 2014; Cost Index..., 2016; Recommended Personal Property..., 2015)).

Машина может использоваться различными способами. Мы ограничиваемся только тремя следующими.

1. *Применение по назначению.* В этом случае машина производит некоторую *продукцию* (ею могут быть товары, работы или услуги), что требует осуществления определенных операционных затрат (в их состав мы не включаем ни амортизационных отчислений, ни налогов). Разность между рыночной стоимостью произведенной за некоторый период продукции и соответствующими операционными затратами мы трактуем как *чистый операционный доход* (ЧОД), который за этот период приносит машина. Его можно рассматривать и как полученный в этом периоде прирост ЧОД предприятия – владельца машины от ее использования по назначению.

На практике измерить приносимый машиной ЧОД можно лишь в редких случаях – только для машин, «непосредственно приносящих доход». Обычно же производимая машинами продукция имеет «промежуточный» характер (например, отдельные операции в технологическом процессе) и непосредственно на рынке не обращается. На этом основании многие оценщики считают принципиально невозможной стоимостную оценку производимой машинами продукции (работ) и, следовательно, выгод от их применения.

Между тем практическая невозможность установить стоимость продукции по данным рыночных сделок не означает, что она вообще не имеет рыночной стоимости (типичным примером является обращающийся на рынке «обычный» товар, временно исчезнув-

ший из продажи). На самом же деле выполняемые машинами работы имеют определенную полезность, а стало быть, и стоимость. Только оценивать ее надо другими методами. Например, выполнение некоторых технологических операций фирма может передать на аутсорсинг. Тогда их рыночную стоимость можно оценить на основе стоимости соответствующей услуги (аналогично, стоимость услуг по уходу мамы за ребенком можно оценить по данным о стоимости услуг нянь или детского сада). Два других метода оценки стоимости производимой машинами продукции описываются в разделе 4. На этом основании мы будем пока считать, что приносимые машинами ЧОД можно измерить.

2. *Ремонт.* Ремонты бывают разными. Одни виды ремонтов (например, техническое обслуживание и текущий ремонт) проводятся сравнительно часто, они направлены на поддержание машины в рабочем состоянии. Мы рассматриваем их как неотъемлемую часть процесса применения машины по назначению. Другие виды ремонта – капитальные и средние – повышают стоимость машины. Далее термин «ремонт» относится именно к таким видам ремонтов. Эти ремонты обычно производят по определенному графику («предупредительные») или в случае отказа машины («аварийные»). Продолжительность ремонта обычно невелика, и мы будем считать ее пренебрежимо малой. Каждая машина, вообще говоря, ремонтируется по-своему, поэтому имеется очень мало сведений о средней стоимости ремонта. По нашим оценкам, относительные затраты на ремонт основных мобильных машин составляют 15–35% их восстановительной стоимости (ВС). К тому же качество ремонта может быть разным, и поэтому сказать заранее, в каком состоянии окажется машина после ремонта, невозможно³, и мы будем считать это состояние случайным.

³ Разумеется, в ряде случаев ремонтное предприятие гарантирует работоспособность машины в течение определенного срока. Однако гарантийный срок обычно меньше средней продолжительности

3. *Утилизация.* Машина, которую невозможно или неэффективно отремонтировать или использовать по назначению дальше, должна утилизироваться (продаваться на утилизацию). Этот процесс в общем случае приносит доходы (например, выручку от продажи металлолома) и требует расходов (например, на демонтаж). Разность между ними (при наиболее эффективном способе утилизации) представляет *утилизационную стоимость* машины U . Обычно она составляет 3–10% ВС машины.

Зависимости коэффициентов годности от возраста обычно строятся путем обработки рыночных данных о ценах продаваемых машин разного возраста (Андрианов, 2002; Cost Index..., 2016; Смоляк, 2014; Лейфер, 2015). Однако такие данные обычно относятся к ретроспективному периоду. В этом случае оценщики принимают, что построенные зависимости будут справедливы и на дату оценки. По сути, они руководствуются *принципом стабильности*.

Зависимости, сложившиеся в некотором периоде до даты оценки, будут иметь место и в течение некоторого периода после этой даты.

Обратим внимание теперь, что машины одного и того же возраста нередко продаются по разным ценам, поскольку они различаются своим (техническим) состоянием. Поэтому на стоимость машины влияет не столько ее возраст, сколько ее состояние. Казалось бы, тогда для оценки машин достаточно выбрать подходящий измеритель их состояния и по рыночным данным установить, как он влияет на рыночные цены. К сожалению, в полном объеме такой прием реализовать не удастся, и «подходящего измерителя состояния» машин, который был бы достаточно объективным («инструментально измеряемым») и нефальсифицируемым, пока еще не предложено.

К примеру, одной из характеристик технического состояния легкового автомобиля

межремонтного цикла. К тому же предприятие устанавливает его так, чтобы он соблюдался лишь в определенной степени (например, 80 или 90%) случаев.

является его пробег с начала эксплуатации. Однако покупатели давно уже не обращают на него внимания, поскольку владельцы машин нередко скручивают одометры. Стоимость легкового автомобиля во многом оценивается и состоянием его кузова. Однако эту стоимость пока еще не умеют выражать каким-либо объективно измеряемым числовым показателем.

Однако учесть техническое состояние машины можно, опираясь на экспертные оценки. На практике в этих целях применяются два типа методов.

1. Для определения процента годности машины в зависимости от ее технического состояния, оцениваемого техническим экспертом, применяется специальная шкала, предложенная в (Alico, 1980) и не раз модифицировавшаяся. Одна из ее модификаций (Вейг, 2009) представлена в таблице, другие приведены в (Лейфер, 2015).

В методах этого типа стоимость машины связывается с *возможностью* ее применения по назначению, но не с *экономичностью* ее дальнейшего использования. Так, например, старая машина, классифицированная как «условно пригодная», действительно может эффективно использоваться после капитального ремонта, однако если такой ремонт экономически нецелесообразен, то машина будет иметь только утилизационную стоимость. Неясно также, какие характеристики машины следует принимать во внимание при выборе уровня (процента) годности в пределах соответствующего диапазона.

2. Обследовав машину, выяснив историю ее эксплуатации, качественно оценив состояние ее отдельных узлов и деталей, оценщик и технический эксперт могут сопоставить ее с «нормально эксплуатировавшимися» машинами разного возраста и на этом основании оценить, в каком возрасте «нормально эксплуатировавшаяся» машина окажется в том же состоянии, что и оцениваемая. Такой показатель оценщики именуют *эффективным возрастом* (ЭВ) и при оценке машины с помощью указанных формул или таблиц

Таблица
Шкала экспертных оценок для определения уровня годности машины

Состояние машины	Характеристика машины	Уровень годности, %
Новое	Новая, установленная и еще не эксплуатировавшаяся, в отличном состоянии	100–95
Очень хорошее	Практически новая, бывшая в недолгой эксплуатации и не требующая ремонта или замены каких-либо частей	94–85
Хорошее	Бывшая в эксплуатации или полностью отремонтированная или реконструированная, в отличном состоянии	84–65
Удовлетворительное	Бывшая в эксплуатации, требующая некоторого ремонта или замены отдельных мелких частей — подшипников, вкладышей и др.	64–40
Условно пригодное	Бывшая в эксплуатации в состоянии, пригодном для дальнейшей эксплуатации, но требующая значительного ремонта или замены главных частей — двигателя или других важных узлов	39–20
Неудовлетворительное	Бывшая в эксплуатации, но требующая капитального ремонта — замены рабочих органов основных агрегатов	19–10
Непригодное к применению или лом	Нет разумных перспектив на продажу, кроме как по стоимости основных материалов, которые можно извлечь из машины	9–0

используют его вместо хронологического возраста. Различие между хронологическим и эффективным возрастaми аналогично различию между возрастом человека «по паспорту» и числом лет, «на сколько он выглядит». Некоторые рекомендации по измерению ЭВ имеются, например, в (Лейфер, 2015).

По нашему мнению, методы этого типа позволяют лучше сочетать «технические» и «экономические» оценки, и далее мы будем ориентироваться именно на них.

2. ЭРГОДИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ МАШИН

В этом разделе, используя идеи (Аркин, Слостников, Смоляк, 2006; Смоляк, 2008, 2014), мы построим математическую модель, описывающую зависимость стоимости машины от ее эффективного возраста, полагая пока, что инфляция и налоги отсутствуют.

Рассмотрим работоспособную машину, имеющую на дату оценки ЭВ = s . Пусть $V(s)$ – стоимость этой машины; U – ее утилиза-

ционная стоимость; $B(s)$ – интенсивность (чистых операционных доходов (ЧОД) от ее применения по назначению. Функции $V(s)$ мы считаем невозрастающей и кусочно-гладкой, а $B(s)$ – непрерывной, убывающей и при некотором значении аргумента $s = M$, принимающей значение rU .

В нашей модели учитывается возможность случайных отказов машины. Принимается, что отказавшую машину нужно ремонтировать или утилизировать. Интенсивность отказов (т.е. вероятность отказа в малую единицу времени) мы обозначаем через λ . Поэтому вероятность отказа машины в малом отрезке времени dt составляет λdt . Поток чистых доходов от использования машины при этом оказывается случайным.

Для построения модели воспользуемся принципом дисконтирования (Смоляк, 2008; Виленский, Лившиц, Смоляк, 2015), на котором, по сути, основан так называемый доходный подход к оценке имущества. В условиях неопределенности он может быть сформулирован следующим образом.

Стоимость объекта на дату оценки равна математическому ожиданию суммы дисконтированных чистых доходов от его

рационального использования в течение некоторого периода времени и стоимости объекта в конце периода.

Применив этот принцип к машине, подлежащей предупредительному ремонту, и к (пренебрежимо малому) периоду его проведения, мы получим правило: если проведение ремонта эффективно, то стоимость машины до ремонта будет равна ее ожидаемой стоимости после ремонта за вычетом затрат на ремонт. Далее мы воспользуемся этим правилом, но заметим, что применять его на практике удастся далеко не всегда, поскольку для этого сначала необходимо оценить ожидаемую стоимость машины после ремонта.

Рассмотрим машину с ЭВ = s и малый период времени dt , начинающийся с даты оценки. Возможны три способа использования машины в этом периоде: утилизация, ремонт или применение по назначению. Назовем ЭВ s нормальным, если наиболее эффективным является третий способ, и аномальным, если один из двух первых. Рассмотрим все три способа.

Способ 1. Утилизация машины. В этом случае она будет иметь утилизационную стоимость U .

Способ 2. Предупредительный ремонт машины. Будем считать, что продолжительностью ремонта можно пренебречь, а затраты на ремонт (R) не зависят от эффективного возраста машины. Состояние машины после ремонта мы считаем случайным. Однако оно будет заведомо не хуже состояния машины до ремонта и не лучше новой машины. На этом основании примем, что после ремонта ЭВ машины умножается на некоторый случайный «коэффициент омоложения» ξ со значениями между 0 и 1.

Заметим теперь, что в силу сформулированного выше принципа стабильности зависимость стоимости машины от ее ЭВ, имеющая место на начало периода (т.е. на дату оценки), будет справедлива и в конце периода (после ремонта). Поэтому стоимость машины

с ЭВ = ξs в этот момент будет равна $V(\xi s)$, а ее ожидаемое значение составит $\mathbf{M}[V(\xi s)]$. Но в таком случае, как показано выше, стоимость машины на дату оценки (до ремонта) составит $\mathbf{M}[V(\xi s)] - R$.

Таким образом, если ЭВ машины s – аномальный, то ее стоимость составит $V(s) = \max\{U; \mathbf{M}[V(\xi s)] - R\} = W(s)$.

Способ 3. Применение машины по назначению в течение периода длительностью dt (ее ЭВ в этом случае является нормальной). При этом возможны две ситуации:

1) произойдет (с вероятностью λdt) отказ машины, и ее понадобится либо отремонтировать, либо утилизировать. Если принять, что аварийный и предупредительный ремонты ничем не отличаются по затратам и последствиям, то лучшему решению, как мы видели, будет отвечать стоимость машины $W(s)$;

2) машина не откажет, а ее ЭВ в конце периода составит $s + dt$. Но тогда (в силу принципа стабильности и при отсутствии инфляции) стоимость машины в конце периода будет равна стоимости машины того же эффективного возраста на дату оценки, т.е. составит $V(s + dt)$. Стоимость машины на дату оценки согласно принципу дисконтирования будет равна ЧОД, принесенному ею за период (его условно можно отнести к дате оценки), и дисконтированной ее стоимости в конце периода: $B(s)dt + (1 - rdt)V(s + dt)$, где r – ставка дисконтирования.

Учитывая вероятности обеих ситуаций, определим стоимость машины, отвечающую способу 3:

$$V(s) = W(s)\lambda dt + [B(s)dt + (1 - rdt)V(s + dt)](1 - \lambda dt). \quad (2)$$

Заменив здесь $V(s + dt)$ на $V(s) + V'(s)dt$, после простых преобразований найдем:

$$V'(s) - (r + \lambda)V(s) + B(s) + \lambda W(s) = 0. \quad (3)$$

Нетрудно убедиться, что нормальный ЭВ s не может оказаться сколь угодно большим. Действительно, поскольку функция V

невозрастающая, а $W(s) \geq V(s) \geq U$, то из (3) следует, что

$$\begin{aligned} B(s) &= (r + \lambda)V(s) - \lambda W(s) - V'(s) \geq \\ &\geq rV(s) - \lambda[W(s) - V(s)] \geq rU, \end{aligned}$$

а такое неравенство может выполняться только при $s \leq M$.

Если способ 3 является лучшим для машины с ЭВ = s , он будет лучшим и для машин с близкими эффективными возрастами. Тогда равенство (3) будет выполняться в некотором интервале значений ЭВ, содержащем s . Объединением всех таких интервалов будет некоторый интервал (a, A) , в концах которого способ 3 будет равноэффективным лучшему из способов 1 и 2, так что значения функций V и W здесь совпадают. Поэтому равенство (3) будет выполняться и в концах этого интервала, только производные V' здесь должны рассматриваться как односторонние. Решив уравнение (3) с граничным условием $V(A) = W(A)$, получим, что при $a \leq s \leq A$

$$\begin{aligned} V(s) &= \int_s^A e^{-(r+\lambda)(x-s)} [B(x) + \lambda W(x)] dx + \\ &+ W(A) e^{-(r+\lambda)(A-s)}. \end{aligned}$$

Рациональному использованию машины отвечает такое $A > s$, при котором правая часть этого равенства будет наибольшей, так что:

$$\begin{aligned} V(s) &= \max_{A \geq s} \left\{ \int_s^A e^{-(r+\lambda)(x-s)} [B(x) + \right. \\ &\left. + \lambda W(x)] dx + W(A) e^{-(r+\lambda)(A-s)} \right\}. \end{aligned} \quad (4)$$

Те же рассуждения можно провести для машины с любым нормальным ЭВ. Тогда мы увидим, что все нормальные ЭВ заполняют некоторый набор непересекающихся интервалов на отрезке $[0, M]$ (по расчетам в типичных случаях возникает всего один интервал). Верхнюю грань всех нормальных ЭВ можно трактовать как наибольший эффектив-

ный срок службы машин. Стоит заметить, что одни машины за пределами этого срока должны быть утилизированы, другие могут эффективно применяться по назначению и после ремонта.

Заметим, что формула (4) получена в предположении, что машину с ЭВ = s лучше применять по назначению. Но она верна и тогда, когда эту машину лучше отремонтировать или утилизировать, поскольку в этом случае $V(s) = W(s)$, а этот результат получается из (4) при $A = s$.

Обратим особое внимание на важную особенность полученных уравнений (2)–(4). При традиционном применении принципа дисконтирования стоимость машины определяется потоком чистых доходов от ее использования в *предстоящем периоде* и ее стоимостью в конце этого периода. В нашей же версии этого метода уравнения (2)–(4) отражают стоимость машины через ЧОД и стоимости машин других эффективных возрастов в *один и тот же момент времени* (на дату оценки). Здесь уместно провести аналогию с эргодическими процессами, где среднее значение по траектории движения системы равно среднему значению по возможным состояниям этой системы в фиксированный момент времени. На этом основании модели типа (2)–(4) были названы в (Смоляк, 2008, 2009) *эргодическими*.

3. УЧЕТ НАЛОГОВ И ИНФЛЯЦИИ

В построенной выше модели предполагалось отсутствие инфляции и налогов. Оказывается, что учет этих факторов не приведет к существенным изменениям.

Заметим прежде всего, что при использовании машины возникают затраты, зависящие от ее стоимости, – *адвалорные* (например, налог на имущество или расходы на страхование). Мы будем учитывать их отдельно, *не включая в операционные расходы*. Ставку ад-

валорных расходов за единицу времени обозначим через η . При этом ЧОД, как и раньше, будет представлять собой стоимость производимой продукции за вычетом операционных расходов. Тем самым эти чистые доходы по-прежнему остаются «доналоговыми».

Для учета инфляции при оценке машин специалисты обычно выясняют, как растут цены на них на первичном рынке⁴, и принимают, что цены машин каждого возраста растут в том же темпе. Мы поступим так же и будем характеризовать инфляцию темпом роста цен на оцениваемые машины (i), сложившимся на дату оценки.

Повторим теперь вывод основной формулы (4), внося в него ряд изменений. Объектом нашей оценки будет работоспособная машина с ЭВ = s . Рассмотрим участника рынка, который на дату оценки приобретает работоспособную машину эффективного возраста s по рыночной стоимости $V(s)$ использует ее в течение некоторого малого периода времени dt , а затем продает по новой рыночной стоимости. Рассчитаем чистые доходы этого участника, учитывая при этом и налог на прибыль, уплачиваемый по ставке n . Поэтому если раньше для дисконтирования чистых доходов использовалась доналоговая ставка r , то теперь в этих целях будем использовать *посленалоговую* ставку r_a .

Использовать машину в указанном периоде можно тремя способами, из которых надо выбрать наиболее эффективный. Рассмотрим каждый из них и оценим отвечающие им стоимости машины. Учтем при этом, что деятельность участника начинается с приобретения машины по рыночной стоимости $V(s)$.

Способ 1. Утилизация машины. В этом случае машина имеет утилизационную стоимость, так что $V(s) = U$.

⁴ В ряде случаев установить темп роста цен на машины определенной марки затруднительно. Тогда вместо него используют темп роста цен на аналогичные машины или на более широкую группу машин (например, на машины того же вида или назначения).

Способ 2. Предупредительный ремонт машины с последующей продажей⁵. Поскольку длительностью ремонта мы условились пренебрегать, то амортизацию и адвалорные расходы за время ремонта здесь можно не учитывать. Поэтому чистые доходы участника здесь включают расходы на ремонт машины (R), выручку от ее продажи в конце периода по рыночной стоимости и налог на прибыль.

После ремонта машина будет иметь ЭВ = ξs и стоимость $V(\xi s)$. По такой цене машина будет продана, а прибыль участника от ремонта и продажи машины составит $V(\xi s) - V(s) - R$. При этом он уплатит налог на прибыль $n[V(\xi s) - V(s) - R]$. Чистый доход участника найдем, уменьшив выручку от продажи машины на сумму расходов на ремонт и налога на прибыль:

$$V(\xi s) - R - n[V(\xi s) - V(s) - R] = \\ = (1 - n)[V(\xi s) - R] + nV(s).$$

Ожидаемый чистый доход при этом составит:

$$(1 - n)\{M[V(\xi s)] - R\} + nV(s).$$

Если бы способ 2 был наилучшим, эта величина совпала бы со стоимостью машины на дату оценки:

$$V(s) = (1 - n)\{M[V(\xi s)] - R\} + nV(s).$$

Отсюда сразу же следует, что

$$V(s) = M[V(\xi s)] - R.$$

Другими словами, учет налога на прибыль не изменяет прежнего вывода о том, что *прирост стоимости машины после (своевременно проведенного) ремонта будет равен стоимости ремонта*.

⁵ Именно так и поступают некоторые фирмы: приобретают подержанные машины, ремонтируют их, а затем продают.

Из изложенного следует, что (как и раньше) лучшему из способов 1 и 2 отвечает стоимость машины

$$\max \{U; \mathbf{M}[V(\xi_s)] - R\} = W(s).$$

Способ 3. Применение машины по назначению с последующей продажей. При этом возможны два случая.

Случай 1. С вероятностью λdt произойдет отказ машины, и ее надо будет либо утилизировать, либо ремонтировать.

При первом решении владелец машины получит выручку от продажи в сумме U , однако в финансовой отчетности отразится убыток от продажи в размере разности между ценой приобретенной машины и ценой ее продажи. Поэтому прибыль владельца уменьшится на сумму $(V(s) - U)$, соответственно уменьшится и налог на прибыль. В результате чистый доход за период составит $U + n[V(s) - U] = (1 - n)U + nV(s)$.

При втором решении, как и в случае 2, ожидаемый чистый доход за период окажется равным

$$(1 - n)\{\mathbf{M}[V(\xi_s)] - R\} + nV(s).$$

Лучшему из этих решений будет отвечать ожидаемый чистый доход в размере

$$(1 - n)\max \{U; \mathbf{M}[V(\xi_s)] - R\} + nV(s) = (1 - n)W(s) + nV(s).$$

Случай 2. С вероятностью $(1 - \lambda dt)$ машина не откажет, принесет за период ЧОД $B(s) dt$, а адвалорные расходы при этом составят $\eta V(s) dt$. Кроме того, за период будут произведены амортизационные отчисления по некоторой ставке ω , т.е. в размере $\omega V(s) dt$. Тогда остаточная стоимость машины в конце периода составит $(V(s) - \omega V(s) dt)$. Операционная прибыль при этом будет равна ЧОД за вычетом адвалорных расходов и амортизации, т.е.

$$B(s) dt - \eta V(s) dt - \omega V(s) dt = [B(s) - (\eta + \omega)V(s)] dt.$$

В конце периода машина будет иметь ЭВ $= (s + dt)$, и ее стоимость за счет инфляции будет в $(1 + idt)$ раз больше, чем у машины в том же состоянии на дату оценки⁶, т.е. составит $(1 + idt)V(s + dt)$. Прибыль от продажи машины будет равна цене продажи за вычетом остаточной стоимости машины, т.е. $(1 + idt) \times V(s + dt) - [V(s) - \omega V(s) dt]$. Добавив к ней операционную прибыль, получим налогооблагаемую прибыль от использования машины в данном периоде:

$$P = (1 + idt)V(s + dt) - [V(s) - \omega V(s) dt] + [B(s) - (\eta + \omega)V(s)] dt = (1 + idt)V(s + dt) - (1 + \eta dt)V(s) + B(s) dt.$$

Налог на прибыль при этом будет равен nP . Обратим внимание, что размер прибыли и налога на прибыль не зависят от ставки амортизации.

Чистые доходы участника от использования и продажи машины включают выручку от продажи машины и ЧОД от ее применения по назначению за вычетом адвалорных расходов и налога на прибыль. При этом выручка от продажи машины и налог на прибыль возникают в конце периода, тогда как малые по величине ЧОД и адвалорные расходы можно условно отнести к его началу. Поэтому сумма дисконтированных чистых доходов для ситуации 2 составит (с точностью до малых более высокого порядка)

$$(1 - r_a dt)(1 + idt)V(s + dt) + [B(s) dt - \eta V(s) dt] - (1 - r_a dt) \times n[(1 + idt)V(s + dt) - (1 + \eta dt)V(s) + B(s) dt] = \{1 - [r_a - (1 - n)(i - \eta)] dt\} V(s) + (1 - n)[V'(s) + B(s)] dt.$$

⁶ По сути, здесь мы воспользовались принципом стабильности применительно к зависимости коэффициентов годности от эффективного возраста.

Учитывая вероятности обеих ситуаций, определим (с точностью до малых более высокого порядка) ожидаемую сумму дисконтированных чистых доходов, т.е. стоимость машины, отвечающую ее использованию способом 3:

$$V(s) = [(1-n)W(s) + nV(s)]\lambda dt + \\ + \{1 - [r_a - (1-n)(i-\eta)]dt\}V(s)(1-\lambda dt) + \\ + (1-n)[V'(s) + B(s)]dt(1-\lambda dt).$$

После простых, но утомительных преобразований находим:

$$V'(s) - (\rho + \lambda)V(s) + \lambda W(s) + B(s) = 0, \quad (5)$$

где $\rho = \frac{r_a}{1-n} - i + \eta$.

Это уравнение практически совпадает с (3), однако вместо доналоговой ставки дисконтирования r в него входит более сложное выражение ρ . Разберемся, чем отличаются эти ставки. Заметим прежде всего, что обе ставки – *безрисковые*, а риск отказов в нашей модели учитывается путем их увеличения на интенсивность отказов λ . Далее: в разделе 2 предполагалось отсутствие налогов, поэтому ставка r была *доналоговой*. При выводе уравнения (5) налоги учитывались, так что ставка r_a – *посленалоговая*.

Однако участники рынка обычно ориентируются на публикуемые данные о доналоговых номинальных доходностях финансовых инструментов. Это позволяет им установить *доналоговую номинальную* ставку дисконтирования. Соответствующая посленалоговая ставка r_a получается из нее умножением на так называемый налоговый корректор $(1-n)$, так что отношение $r_a/(1-n)$ совпадает с доналоговой номинальной ставкой дисконтирования. Вычитание из нее темпа роста цен на машины (i) делает эту ставку «как бы реальной»⁷, а добавление η учитывает влияние адвалорных

⁷ «Настоящая» реальная ставка получилась бы, если бы из номинальной ставки вычитался средний темп инфляции в стране.

расходов (которые в ЧОД не учитывались). Это позволяет трактовать полученную в результате ставку ρ как определенным образом скорректированную доналоговую реальную ставку дисконтирования, близкую по своему содержанию к r . Более того, проведенные расчеты показывают, что для многих видов машин в разные годы обе ставки близки также и по величине.

Дальнейшие рассуждения теперь проводятся так же, как и в разделе 2, так что уравнение (4) оказывается справедливым и с учетом налогов и инфляции, если только заменить в нем r на ρ .

4. ОЦЕНКА СТОИМОСТИ ПРОИЗВОДИМОЙ ПРОДУКЦИИ

Исходным в разделе 2 было допущение о возможности непосредственного измерения чистых доходов от использования машины. В этом разделе мы постараемся ослабить это допущение.

До сих пор мы предполагали известной зависимость $B(s)$ между ЭВ машины и интенсивностью приносимых ею ЧОД. Между тем надежной информации такого рода нет даже применительно к машинам, приносящим доходы «непосредственно» (скажем, автоматам для продажи продуктов, танкерам, вагонам-ресторанам). По этой причине использовать модель (3), да и любую подобную для «прямой» оценки стоимости машины не удастся. Тем более такие модели не нужны для оценки стоимости машин в новом состоянии, поскольку это гораздо проще осуществляется по данным первичного рынка, где такие машины продаются. Гораздо важнее выяснить динамику обесценения машин, т.е. зависимость коэффициентов их годности от ЭВ. Оказывается, что в таком случае достаточно использовать информацию о непосредственно наблюдаемых характеристиках машины – ее производительности и операционных затратах.

Рассмотрим машину с ЭВ = s , применяемую по назначению. Пусть $P(s)$ и $C(s)$ – ее производительность и интенсивность операционных затрат, а p – (неизвестная) стоимость единицы производимой продукции. Тогда за малый период времени dt , в течение которого машина применяется по назначению, она произведет продукцию в объеме $P(s)dt$, затраты на это производство составят $C(s)dt$. ЧОД при этом будет равен $(pP(s)dt - C(s)dt)$. Отнеся эту величину к длительности периода, мы получим интенсивность ЧОД: $(pP(s) - C(s))$. Она оказывается функцией двух переменных $B(s, p)$, убывающей по s и неограниченно возрастающей по p . В таком случае и решение уравнения (3) – стоимость машины – становится функцией $V(s, p)$, убывающей по s и неограниченно возрастающей по p . В частности, возрастать по p будет и значение этой функции при ЭВ = 0 – величина $V(0, p)$, выражающая стоимость машины в новом состоянии на дату оценки (BC). Однако эту стоимость V_0 можно вывести непосредственно из данных первичного рынка. Поэтому неизвестная стоимость p единицы производимой машинами продукции будет единственным решением уравнения $V(0, p) = V_0$. Более того, ту же продукцию могут производить и машины не только оцениваемой марки, но и других марок. Поэтому для контроля правильности расчетов величину p можно оценить указанным методом, используя данные по машинам этих марок.

Оценить величину p можно и совершенно иначе. Будем считать, что зависимость интенсивности ЧОД от ЭВ известна с точностью до масштабного множителя и некоторых параметров, т.е. имеет вид $B(s) = B(0)H(s, \theta)$. При этом $B(0)$ – масштабный множитель, определяющий ЧОД в начале эксплуатации машины, а функция $H(s, \theta)$, зависящая от ЭВ и векторного параметра θ , определяет форму зависимости интенсивности ЧОД от ЭВ, причем $H(0, \theta) = 1$. В таком случае увеличение $B(0)$ приводит к увеличению стоимости машины в новом состоянии $V(0)$. Это позволяет определять $B(0)$ из того же условия $V(0) = V_0$. Однако оценить параметр θ таким способом уже

нельзя – его придется подбирать, добиваясь возможно лучшего согласования результатов расчетов по модели с наблюдаемыми ценами машин разного ЭВ. Такой способ был использован, например, в (Смоляк, 2008, 2014).

5. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РАСЧЕТЫ

Численное решение уравнения позволяет выявить влияние надежности машины, стоимости и качества ее ремонтов и характера ее физического износа на стоимость машины и динамику ее снижения.

Если не ставить задачу оценить стоимость машины в новом состоянии, то нет необходимости задавать функцию $B(s)$ точно. Дело в том, что при пропорциональном изменении интенсивности выгод и стоимости ремонта стоимость машины меняется пропорционально. Поэтому для получения требуемых выводов достаточно было задать стоимость ремонта в процентах к восстановительной стоимости (BC) машины, а функцию $B(s)$ – с точностью до множителя, указав лишь примерный характер ее изменения.

На этом основании мы приняли $R = \psi V(0)$. При этом величина ψ отражает относительную (по отношению к BC) стоимость ремонта и может рассматриваться как одна из характеристик ремонтпригодности машины. Для многих видов машин величина лежит в пределах от 0,15 до 0,4.

Динамика $B(s)$ была исследована на данных об использовании различных видов машин. Установлено, что машины можно разделить на две группы в зависимости от характера их физического изнашивания. У машин первой группы по мере их старения операционные затраты растут вначале медленно, а затем все быстрее и быстрее, тогда как производительность снижается вначале медленно, а затем все быстрее и быстрее. У машин второй группы динамика показателей будет обратной – мере их старения операционные

затраты растут вначале быстро, а затем все медленнее и медленнее, тогда как производительность снижается вначале быстро, а затем все медленнее и медленнее. Соответственно для машин первой группы зависимость $V(s)$ будет выпуклой вверх, а для машин второй группы – выпуклой вниз. Принималось, что такое явление описывается функциями вида $V(s) = 1 - (s/L)^m$. Величина L здесь отражает ЭВ, при достижении которого машина перестает приносить положительные ЧОД. При этом значения показателя степени $m > 1$ отвечают машинам первой группы, а значения $0 < m < 1$ – второй группы.

Степенная зависимость интенсивности операционных выгод от возраста машины, отвечающая $m = 2$, была в свое время предложена немецким специалистом М. Тиманом для оценки стоимости зданий (Tiemann, 1970). При этом L трактовалось как срок службы зданий. Соответствующий метод длительное время использовался в ФРГ и был отражен в немецком нормативном документе по оценке недвижимости, а также в американском справочнике по оценке машин и оборудования (Assessors' Handbook. Section 582).

В разделе 2 мы приняли, что после ремонта ЭВ машины умножается на некоторый случайный «коэффициент омоложения» ξ , имеющий плотность распределения $q\xi^{q-1}$ на

отрезке $[0, 1]$. Его среднее значение $M[\xi] = q/(q + 1)$ характеризует «качество» ремонта – чем меньше q , тем «более молодой» будет «в среднем» выходить из ремонта машина. В частности, значениям $q = 0,5; 1$ и 2 отвечают средние коэффициенты омоложения $1/3, 1/2$ и $2/3$.

В качестве базовой выбрана машина со следующими характеристиками:

$$L = 10; U = 0; m = 1; \psi = 0,25; \lambda = 0,4; q = 0,1.$$

Ставка дисконтирования всюду принималась в размере $r = 0,1$.

По предложенной модели было проведено несколько серий расчетов. В каждой серии одна из характеристик машины менялась, а значения всех остальных принимались базовыми. На рис. 1–3 представлены зависимости $V(s)$ стоимости машины от ЭВ, отвечающие меняющимся значениям ψ, λ и m .

Казалось бы, если машина менее надежна или интенсивность приносимых ею ЧОД снижается более быстро, то и эффективный срок ее службы должен быть меньше. Между тем рис. 2 и 3 показывают, что это не так. Дело в том, что таким машинам предупредительный ремонт надо проводить раньше.

Зависимостей ВС машины от интенсивности отказов мы не приводим, но отметим,

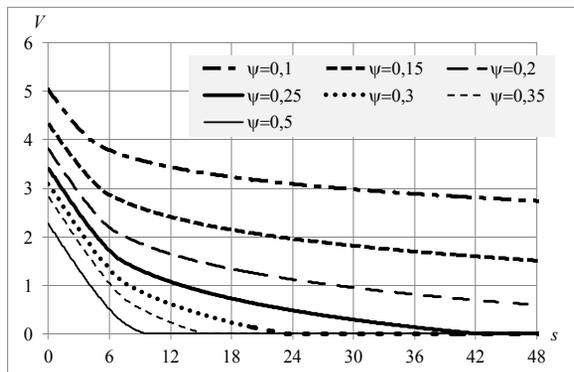


Рис. 1. Зависимости стоимости машин (V) от эффективного возраста (s) при разных значениях относительных затрат на ремонт (ψ)

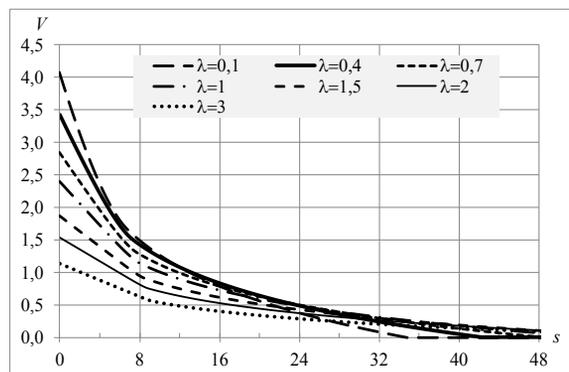


Рис. 2. Зависимости стоимости машин (V) от эффективного возраста (s) при разной интенсивности отказов (λ)

что они оказываются гиперболическими (величины, обратные ВС, растут с ростом λ по линейному закону, при этом угловые коэффициенты зависят от других характеристик машины).

Изменение качества ремонта (q) существенно влияет на динамику процентов годности. Эта динамика для $q = 0,5; 1$ и 2 показана на рис. 4 (при $\psi = 0,15$) и рис. 5 (при $\psi = 0,35$). Как и следовало ожидать, с увеличением качества ремонта наибольший эффективный срок службы растет.

Такие же результаты получились и при других значениях L . Оказалось, что если связать коэффициент годности машины не с аб-

солютным (s), а с относительным ее эффективным возрастом $s_r = s/L$, то полученные зависимости оказываются достаточно близкими (рис. 6).

Представляется, что построенная в статье модель может иметь достаточно широкую сферу применения. В отличие от известных методов расчета процентов годности или износа она позволяет учесть влияние надежности и ремонтпригодности машин конкретной марки.

Сравнение с результатами (Смоляк, 2014) показывает, что характер получаемых зависимостей $V(s)$ близок к фактически наблюдаемым на рынке зависимостям цен мно-

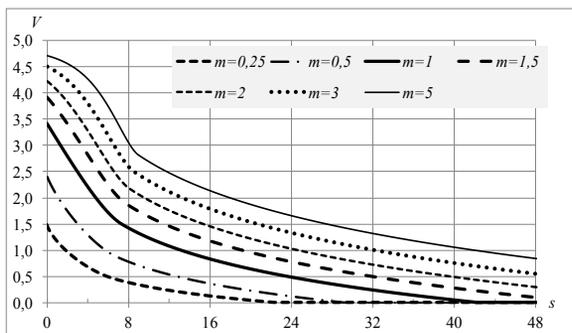


Рис. 3. Зависимости стоимости машин (V) от эффективного возраста (s) при разных значениях m

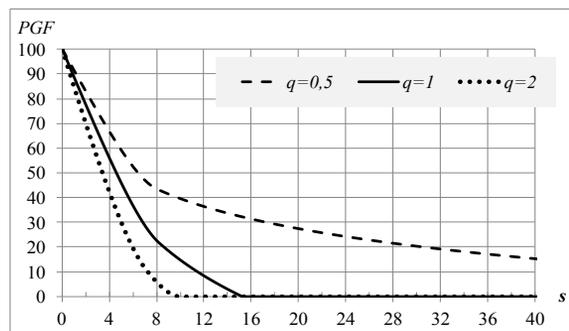


Рис. 5. Зависимости процента годности машин (PGF) от эффективного возраста (s) при разных q и $\psi = 0,35$

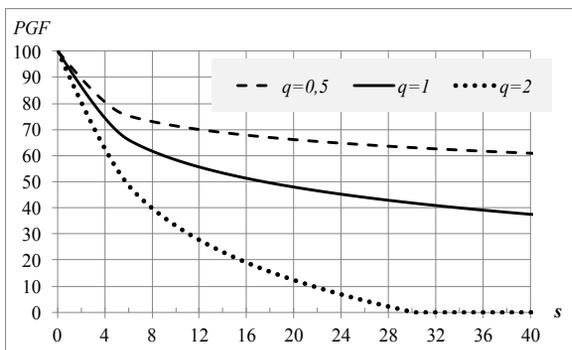


Рис. 4. Зависимости процента годности машин (PGF) от эффективного возраста (s) при разных q и $\psi = 0,15$

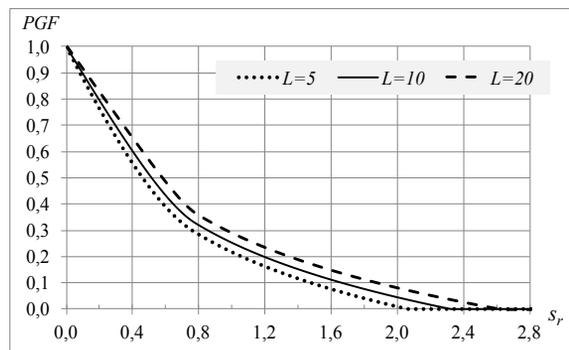


Рис. 6. Зависимости процентов годности машин (PGF) от относительного эффективного возраста (s_r) при $m = q = 1, \psi = 0,3, \lambda = 0,4$ и разных L

гих видов машин от их возраста. В частности, подтверждается, что с увеличением возраста стоимость машин снижается нелинейно, приближаясь к предельному уровню, который в ряде случаев существенно превышает утилизационную стоимость.

В (Лейфер, 2015) утверждается, что с увеличением возраста стоимость машины стремится к утилизационной. Однако в соответствии с приведенными там таблицами и графиками эта «предельная» стоимость составляет 15–20% ВС, тогда как при утилизации машин стоимость лома и годных к эксплуатации запасных частей намного меньше.

Полученные результаты объясняют тот факт, что в машинном парке значительную долю составляют машины с истекшим нормативным сроком службы.

Ряд оценщиков пытается это учесть, используя линейную зависимость стоимости машин от возраста, но применяя к нормативным срокам службы повышающие коэффициенты (см., например, (Основы оценки, 2006)). Однако и такой способ не обеспечивает должного согласования с фактическими ценами.

В нашем примере машины в возрасте свыше $L = 10$ лет приносят отрицательные чистые операционные доходы. Между тем в теории оценки и бухгалтерском учете рациональным считается только такой срок полезного использования имущества, в течение которого оно способно приносить прибыль. С этих позиций наибольший эффективный срок службы рассматриваемых во всех примерах этого раздела машин должен был бы составлять около 10 лет, однако графики показывают нам иное. Это объясняется тем, что машины большого эффективного возраста, которые действительно невыгодно применять по назначению, оказывается выгоднее ремонтировать, чем утилизировать, особенно если ремонт относительно недорогой (малое ψ) или более качественный (малое q).

Литература

- Андрианов Ю.В. Оценка автотранспортных средств. М.: Дело, 2006.
- Вейг Н.В. Оценка стоимости машин и оборудования. СПб.: СПбГУЭФ, 2009.
- Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов: теория и практика. 5-е изд. М.: Поли Принт Сервис, 2015.
- Европейские стандарты оценки 2009. 6-е изд. / Пер. с англ. А.И. Артеменков, И.Л. Артеменков. М.: Российское общество оценщиков, 2010.
- Лейфер Л.А. (ред.). Справочник оценщика машин и оборудования. Корректирующие коэффициенты и характеристики рынка машин и оборудования. 1-е изд. Н.Новгород: Приволжский центр методического и информационного обеспечения оценки, 2015.
- Международные стандарты оценки 2011 / Пер. с англ. Г.И. Микерин, И.Л. Артеменков. М.: Российское общество оценщиков, 2013.
- Основы оценки стоимости машин и оборудования / Ковалев А.П., Королев И.В., Фаддеев П.В. М.: Финансы и статистика, 2006.
- Смоляк С.А. Проблемы и парадоксы оценки машин и оборудования. М.: РИО МАОК, 2008.
- Смоляк С.А. Эргодические модели износа машин и оборудования // Экономика и математические методы. 2009. Т. 45. Вып. 4. С. 42–60.
- Смоляк С.А. О способах использования имущества // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2011а. № 7. С. 66–81.
- Смоляк С.А. О способах использования имущества // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2011б. № 8. С. 24–37.
- Смоляк С.А. Зависимости стоимости машин от возраста: проблемы и модели // Аудит и финансовый анализ. 2014. № 5. С. 138–150.
- Alico J. Appraising machinery and equipment. N.Y.: McGraw-Hill, 1980.
- Assessors' Handbook Section 581. Equipment and Fixtures Index, Percent Good and Valuation Factors. 2016. URL: <https://www.boe.ca.gov/proptaxes/pdf/ah58112.pdf>.

Assessors' Handbook. Section 582. The Explanation on the Derivation of Equipment Percent Good Factors. February 1981. Reprinted August 1997. URL: <http://www.boe.ca.gov/proptaxes/pdf/ah582.pdf>.

Cost Index & Depreciation Schedules. 2016. URL: http://www.dor.state.nc.us/publications/cost_archive/16archive/2016_costindex.pdf.

Personal Property Manual. 2014 Valuation Tables. 2013. URL: <http://mcassessor.maricopa.gov/wp-content/uploads/2014-Valuation-Tables.pdf>.

Recommended Personal Property Valuation Schedules. 2015. URL: http://propertytax.utah.gov/library/pdf/personal_pdfs/2015_Val_Schedule.pdf.

Tiemann M. Reformvorschläge zum Ertrags und Sachwertverfahren. Allgemeine Vermessungsnachrichten, 1970.

Рукопись поступила в редакцию 10.01.2016 г.

ДЕМОГРАФИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ГОРОДОВ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ¹

А.Л. Сеница

Проблемы развития Арктической зоны, важные для экономики страны, обуславливают необходимость изучения ее населения. Поскольку в Арктической зоне РФ (АЗ РФ) городское население преобладает, ему должно быть уделено особое внимание. Рассмотрев численность, половозрастной состав и естественное движение городского населения, мы показали, что в регионах АЗ РФ наблюдается естественный прирост, но уровень миграционного оттока выше, поэтому численность городского населения снижается. В заключение рассматриваются различные сценарии демографического развития АЗ РФ и меры демографической политики, реализация которых будет способствовать увеличению населения АЗ РФ.

Ключевые слова: АЗ РФ, города АЗ РФ, естественное движение населения, социально-экономическое развитие, демографическая политика.

ВВЕДЕНИЕ

Поворот государства к вопросам развития Арктики, наблюдаемый в последнее время, вновь сделал актуальными ряд практических проблем сферы государственного управления в этом регионе. Значительная их часть касается населения.

© Сеница А.Л., 2016 г.

¹ Статья подготовлена в рамках гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 15-06-09027 «Причины и последствия дифференциации демографического развития регионов России и возможности ее сокращения».