

# ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЕСЦЕНИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ МЕТОДОМ ФОНДА АМОРТИЗАЦИИ

**Ключевые слова:** дорожные транспортные средства, метод фонда амортизации, накопленный износ, остаточная стоимость, ускоренное обесценивание, финансовые функции.

## Аннотация

В статье описано применение метода фонда амортизации для моделирования нелинейного (ускоренного) накопленного обесценивания машин и механизмов к дорожным транспортным средствам. Результаты расчетов совпадают с рыночными данными для легковых автомобилей, принадлежащих исследованным классам (особо малый, малый, средний, бизнес-класс, минивэны и внедорожники). Это показывает возможность применения метода фонда амортизации для описания обесценивания легковых автомобилей различных классов.

Статья предназначена для практикующих оценщиков, преподавателей, студентов, а также теоретиков науки об оценке стоимости.

## ВВЕДЕНИЕ

С точки зрения оценочной классификации дорожные транспортные средства относятся к обширному классу машин и оборудования, особенности оценки которого достаточно известны (см., например, [1, 2]). Типичной задачей при определении стоимости машин и оборудования является расчет обесценивания, или стоимостного выражения износа. Наиболее точно можно определить его из результатов исследования рынка [3]. Иными словами, если речь идет о дорожном транспортном средстве, то следует выяснить, как рынок оценивает наличие обесценивания (или износа) у этого транспортного средства. Величина обесценивания, полученная на основе исследования рынка продаж транспортных средств, по существу отражает накопленный износ [4]. Именно обесценивание оказывает основное влияние на остаточную стоимость, поэтому

важно иметь возможность его математического моделирования с целью дальнейшего использования в расчетах.

Для характеристики обесценивания машин и оборудования, в том числе автомобилей, удобно использовать метод фонда амортизации [5], который отражает нелинейный характер динамики обесценивания. Нелинейность в этой модели обесценивания обеспечивается путем применения формализма финансовых множителей [6].

Очевидно, что наиболее достоверные данные по обесцениванию автомобилей могут быть получены на основе обработки рыночной ценовой информации для каждой марки транспортных средств. Однако практическое применение метода рыночной выборки при проведении оценочных расчетов требует значительных затрат времени на исследование рынка. Возможность использования данного метода также может быть ограничена степенью развитости сегмента рынка, к которому относятся оцениваемые объ-

екты, его открытостью, доступностью информации. Как следствие, по-видимому, не всегда и не для всех дорожных транспортных средств можно воспользоваться этим методом расчета [7].

Несмотря на различия между оцениваемыми объектами можно предполагать существование общих для разных марок и моделей дорожных транспортных средств экономических закономерностей, лежащих в основе обесценивания машин и оборудования, в том числе транспортных средств, с возрастом. Именно это обстоятельство позволяет надеяться на создание простых приближенных методов для расчета обесценивания с учетом рыночных механизмов формирования стоимости.

Величина обесценивания, полученная на основе исследования рынка продаж транспортных средств, по существу отражает накопленный износ. Когда анализу подвергается изменение стоимости транспортных средств одной и той же модели, то изменение стоимости происходит в основном под действием физического износа (так, как его воспринимает рынок). Вместе с тем рынок транспортных средств достаточно быстро реагирует на внешние изменения, например, законодательного характера (внешний износ). Что касается функционального износа, то специфика авторын-ка такова, что выпуск новой, более совершенной модели дорожного транспортного средства происходит по более высокой цене, поэтому снижение цены старой модели практически не происходит. По-видимому, моральный износ, если и существует, то не очень велик, однако рыночные цены его также учитывают. Таким образом, обесценивание, полученное в результате обработки рыночных данных о ценах транспортных средств как зависимости от года их выпуска, по-видимому, отражает именно накопленный износ [8].

Для подтверждения результатов применения метода фонда амортизации для определения обесценивания дорожных транспортных средств, а также для подтверждения нелинейного характера изменения обесценивания и остаточной стоимости автомобиля различного возраста, был проведен сравнительный анализ рыночных данных о стоимости нескольких марок автомобилей различного возраста.

Для исследования были отобраны широко распространенные на вторичном рынке Республики Беларусь марки легковых транспортных средств, относящиеся к различным классам. Согласно европейской классификации, выделяют следующие размерные классы: А — особо малый; В — малый; С — малый средний, известный также как компактный, или гольф-класс; D — средний; E — высший средний, или бизнес-класс; F — высший, или представительский. Указанная классификация охватывает категорию легковых автомобилей, выполненных в кузовах седан, хэтчбек, универсал, а также лимузин. Вне этой

классификации остаются внедорожные автомобили. Кроме того, она обычно не применяется к автомобилям с однообъемными кузовами (минивэн, компактвэн, микровэн, моноспейс) [12].

Основным источником информации послужили белорусские интернет-сайты, специализирующиеся по продаже автомобилей: [www.abw.by](http://www.abw.by) и [www.av.by](http://www.av.by).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве представителей особо малого класса были выбраны автомобили марок Citroen C1, Peugeot 107, Fiat Panda, Kia Picanto, Suzuki Splash общим количеством 53 единицы. Расчет обесценивания и остаточной стоимости легковых автомобилей особо малого класса методом фонда амортизации осуществлялось на основании следующих данных: стоимость новой машины 12000 долл., стоимость в конце срока использования 5000 долл., срок использования 15 лет. Для наилучшего совпадения рыночных и расчетных данных процент фонда амортизации был принят равным 13,5 %. Результаты обработки данных, полученных в результате исследования рынка легковых автомобилей особо малого класса, представлены на рис. 1.

В качестве представителей малого класса были выбраны автомобили марок Citroen C3, Volkswagen Polo, Opel Corsa, Fiat Punto, SEAT Ibiza общим количеством 128 единиц. Расчет обесценивания и остаточной стоимости легковых автомобилей малого класса методом фонда амортизации осуществлялось на основании следующих данных: стоимость новой машины 18 000 долл., стоимость в конце срока использования 3 000 долл., срок использования 20 лет. Для наилучшего совпадения рыночных и расчетных данных процент фонда амортизации был принят равным 12 %. Результаты обработки данных, полученных в результате исследования рынка легковых автомобилей малого класса, представлены на рис. 2.

В качестве представителей среднего класса были выбраны автомобили марок Volkswagen Passat, Audi A4 (B8), Volvo S60, BMW 3, Mercedes C-klasse общим количеством 160 единиц. Расчет обесценивания и остаточной стоимости легковых автомобилей среднего класса методом фонда амортизации осуществлялось на основании следующих данных: стоимость новой машины 35 000 долл., стоимость в конце срока использования 4 000 долл., срок использования 20 лет. Для наилучшего совпадения рыночных и расчетных данных процент фонда амортизации был принят равным 9 %. Результаты обработки данных, полученных в результате исследования рынка легковых автомобилей среднего класса, представлены на рис. 3.

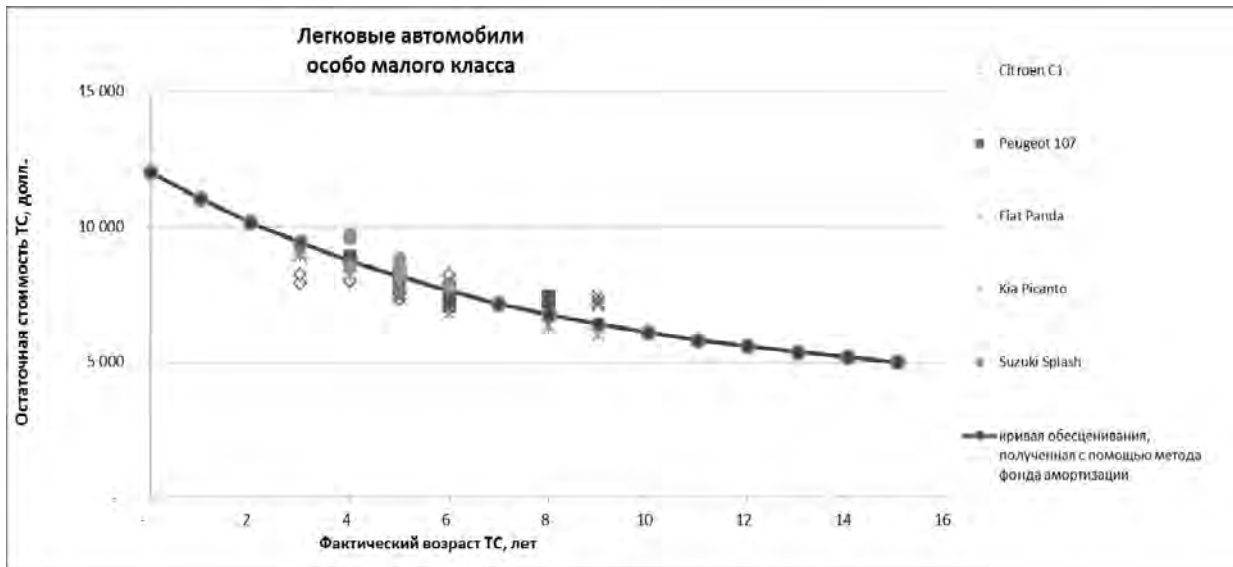


Рис. 1. Обесценивание легковых автомобилей особо малого класса с возрастом

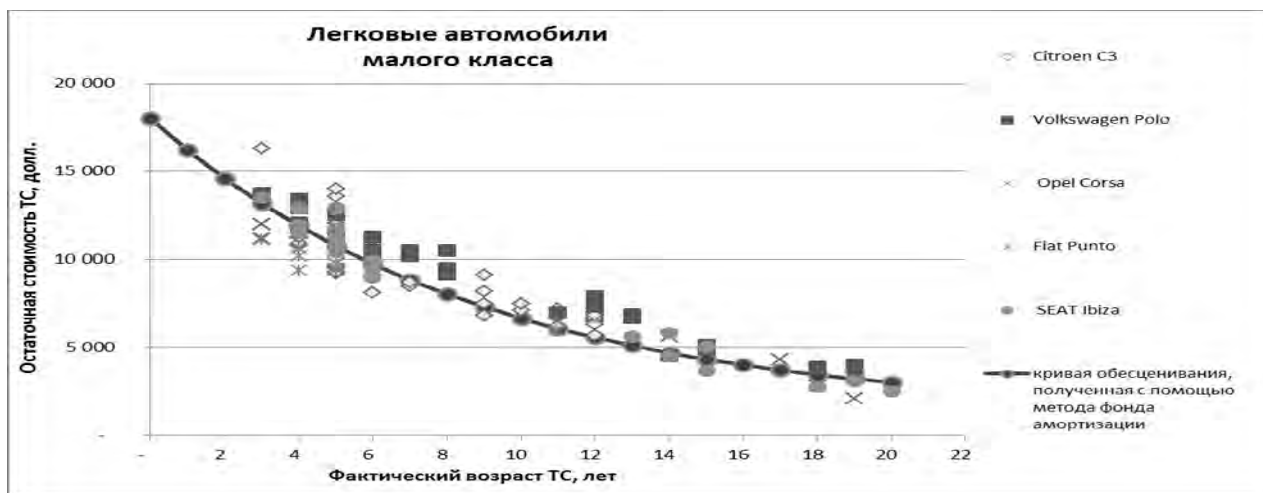


Рис. 2. Обесценивание легковых автомобилей малого класса с возрастом

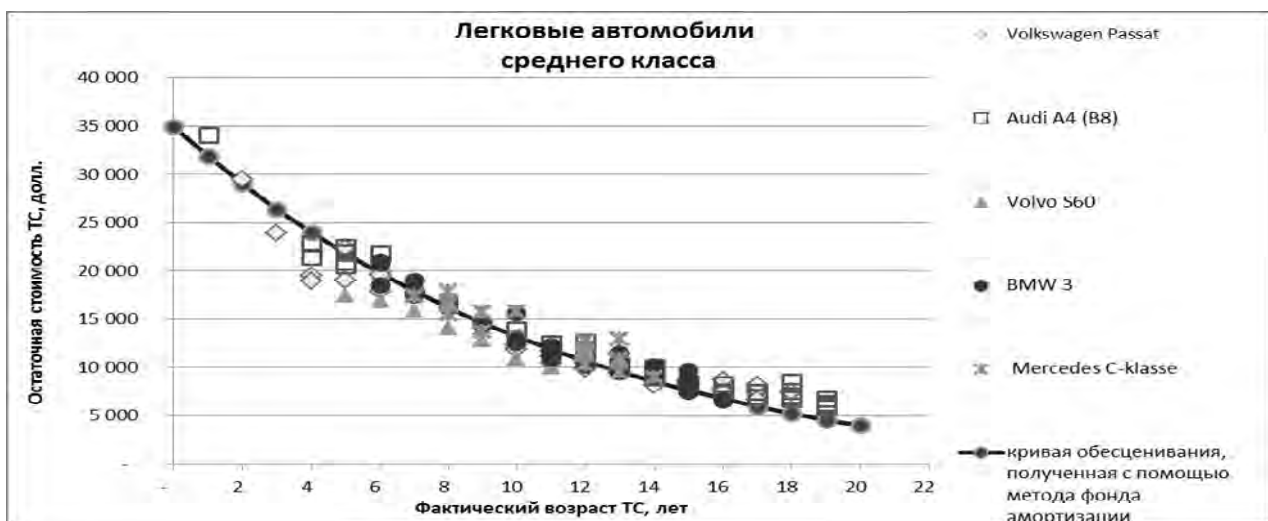


Рис. 3. Обесценивание легковых автомобилей среднего класса с возрастом

В качестве представителей бизнес-класса были выбраны автомобили марок Audi A6, Mercedes E-klasse, BMW 520, Lexus GS, Chrysler 300С общим количеством 72 единицы. Расчет обесценивания и остаточной стоимости легковых автомобилей бизнес-класса методом фонда амортизации осуществлялось на основании следующих данных: стоимость новой машины 70 000 долл., стоимость в конце срока использования 5 000 долл., срок использования 20 лет. Для наилучшего совпадения рыночных и расчетных данных процент фонда амортизации был принят равным 17 %. Результаты обработки данных, полученных в результате исследования рынка легковых автомобилей бизнес-класса, представлены на рис. 4.

Также был исследован рынок минивэнов на примере автомобилей марок Opel Zafira; Citroen C4-Picasso, Mazda 5, Volkswagen Touran, Toyota Verso общим количеством 133 единицы. Расчет обесценивания и остаточной стоимости минивэнов методом фонда амортизации осуществлялось на основании следующих данных: стоимость новой машины 25 000 долл., стоимость в конце срока использования 5 000 долл., срок использования 18 лет. Для наилучшего совпадения рыночных и расчетных данных процент фонда амортизации был принят равным 6 %. Результаты обработки данных, полученных в результате исследования рынка минивэнов, представлены на рис. 5.

Рынок внедорожников в данном исследовании представлен автомобилями марок Nissan Qashqai, KIA Sportage, Volkswagen Tiguan, Suzuki Grand Vitara, Subaru Forester общим количеством 104 единицы. Расчет обесценивания и остаточной стоимости внедорожников методом фонда амортизации осуществлялось на основании следующих данных: стоимость новой машины 37 000 долл., стоимость в конце срока использования 6 000 долл., срок использования 20 лет. Для наилучшего совпадения рыночных и расчетных данных процент фонда амортизации был принят равным 15 %. Результаты обработки данных, полученных в результате исследования рынка внедорожников, представлены на рис. 6.

В результате описанного исследования рынка дорожных транспортных средств было установлено, что цены предложений к продаже различных марок автомобилей, относящихся к одному классу, группируются в единую обобщенную зависимость. Также было

выявлено, что разные марки дорожных транспортных средств, относящиеся к различным классам, теряют стоимость с течением времени одинаковым образом (все вогнутые кривые), но разными темпами. Эти выводы иллюстрирует сводка всех данных на одном рис. 7. Степень обесценивания транспортных средств с их возрастом при расчете методом фонда амортизации зависит от годовой нормы процента этого фонда. Для разных типов и марок транспортных средств эта норма процента, естественно, разная.

Для полученных методом фонда амортизации моделей обесценивания шести классов автомобилей была проведена оценка их точности. Для каждого класса были рассчитаны четыре статистических показателя точности, таких как (см., например, [9]):

среднее квадратичное отклонение

$$\sigma_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{1}{n-k} \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2};$$

средняя относительная погрешность аппроксимации

$$\bar{\varepsilon}_{\text{отн}} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \cdot 100\%;$$

коэффициент сходимости

$$\varphi^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y}_t)^2};$$

коэффициент детерминации

$$R^2 = 1 - \varphi^2,$$

где  $n$  — количество уровней временного ряда;  
 $k$  — число определяемых параметров модели;  
 $y_t$  — значение фактического уровня временного ряда (фактическое значение остаточной стоимости), полученное в результате анализа рынка);

$\hat{y}_t$  — оценка уровней временного ряда по модели (значение остаточной стоимости автомобиля, полученное расчетным путем с использованием модели);

$\bar{y}_t$  — среднее арифметическое значение уровней временного ряда.

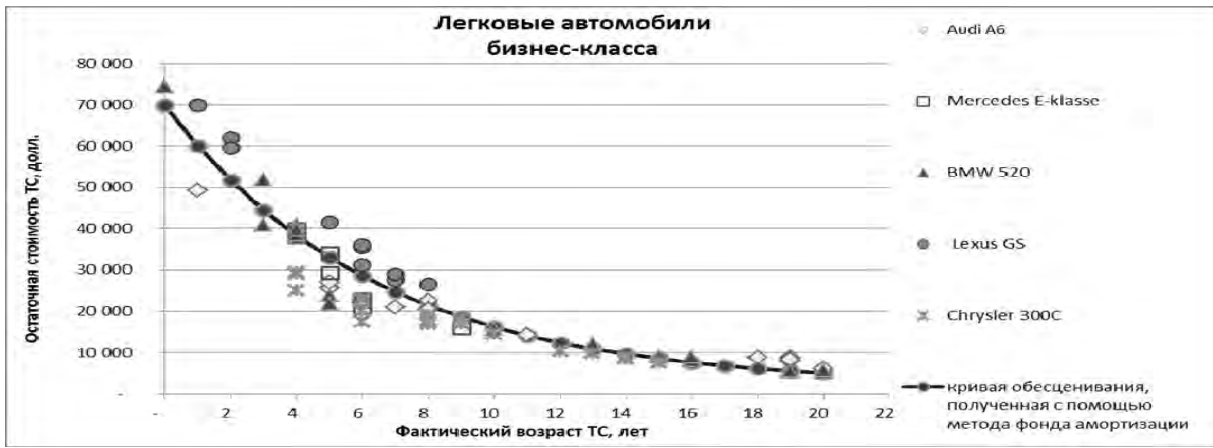


Рис. 4. Обесценивание легковых автомобилей бизнес-класса с возрастом

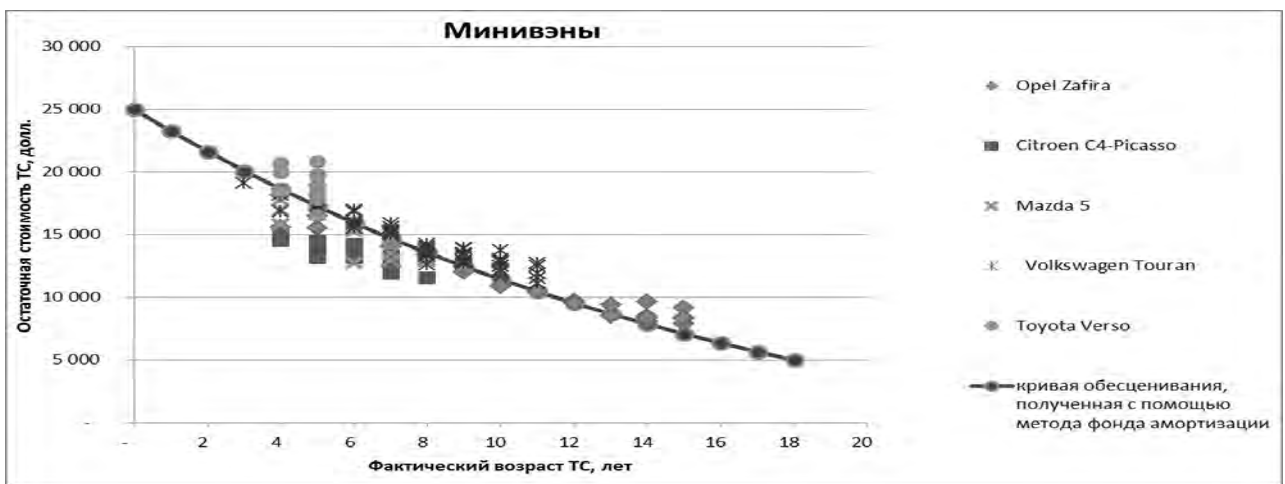


Рис. 5. Обесценивание минивэнов с возрастом

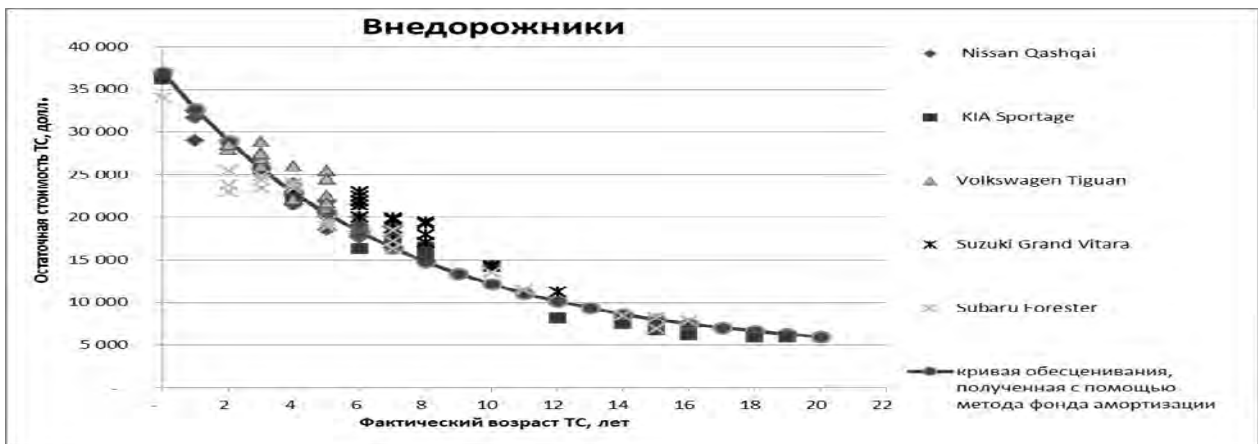


Рис. 6. Обесценивание внедорожников с возрастом

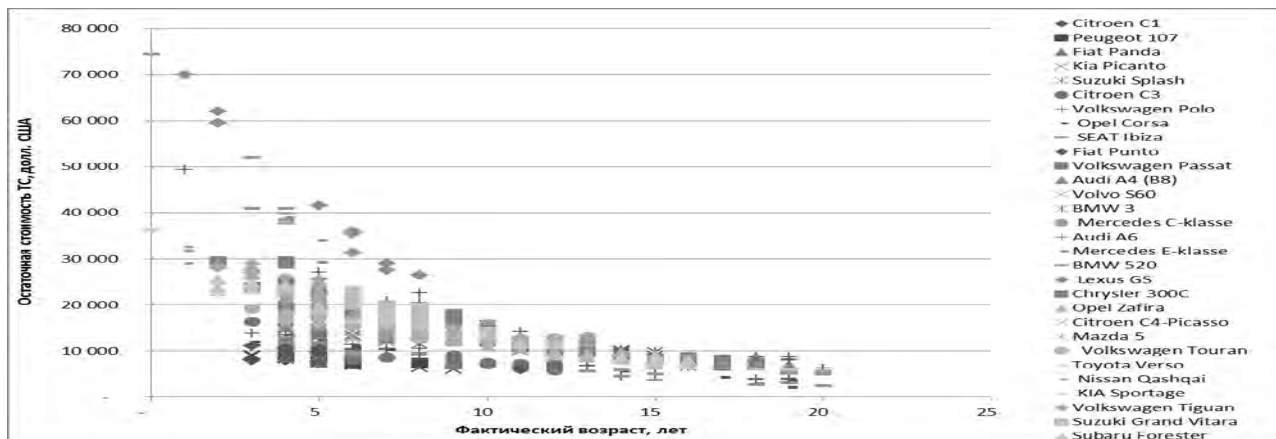


Рис. 7. Сводные результаты исследования обесценивания автомобилей

Большое значение среднего квадратического отклонения показывает существенный разброс значений относительно графика, полученного путем применения модели; маленькое значение, соответственно, показывает, что фактические значения сгруппированы вокруг значений, рассчитанных с помощью полученной модели.

Значение средней относительной погрешности аппроксимации менее 5 % свидетельствует об удовлетворительном уровне точности, погрешность более 10 % считается очень большой [10]. Также в литературе встречаются указания на то, что значение  $\bar{\varepsilon}_{\text{отн}} < 10\%$  свидетельствует о высокой точности модели, при значениях этой характеристики в диапазоне 10...20 % точность можно признать хорошей, при значениях 20...50 % — удовлетворительной, а следовательно, если значение этого параметра больше 50 %, точность модели неудовлетворительная [11].

Коэффициент детерминации служит для анализа качества построенной модели, оценки точности и надежности полученного результата. Коэффициент детерминации для модели может принимать значения от 0 до 1 (...100 %). Чем ближе значение коэффициента к 1, тем ближе модель к эмпирическим данным. Для приемлемых моделей предполагается, что коэффициент детерминации должен быть хотя бы не меньше 50 % (в этом случае коэффициент множественной корреляции превышает по модулю 70 %). Модели с коэффициентом детерминации выше 80 % можно признать достаточно хорошими (соответствующий коэффициент корреляции превышает 90 %).

Для модели обесценивания автомобилей особо малого класса значения этих показателей составили:

- среднее квадратичное отклонение — 573 долл.;
- средняя относительная погрешность аппроксимации — 6 % (полученное значение меньше 10 %, что свидетельствует о высокой точности модели по данному показателю);

- коэффициент сходимости — 0,56;
- коэффициент детерминации — 0,44 (коэффициент детерминации меньше 50 %, значит, необходимо повышать точность модели по данному показателю).

Для модели обесценивания автомобилей малого класса значения этих показателей составили:

- среднее квадратичное отклонение — 1 139 долл.;
- средняя относительная погрешность аппроксимации — 11 % (полученное значение попадает в диапазон 10...20 %, значит, точность можно признать хорошей по данному показателю);
- коэффициент сходимости — 0,15;
- коэффициент детерминации — 0,85 (коэффициент детерминации выше 80 %, следовательно, модель можно признать достаточно хорошей, также можно судить о высоком качестве полученной модели и высокой надежности итогового результата по данному показателю).

Значения статистических показателей точности модели обесценивания автомобилей среднего класса составили:

- среднее квадратичное отклонение — 1 409 долл.;
- средняя относительная погрешность аппроксимации — 10 % (полученное значение попадает в диапазон 10...20 %, значит, точность можно признать хорошей по данному показателю);
- коэффициент сходимости — 0,10;
- коэффициент детерминации — 0,90 (коэффициент детерминации выше 80 %, следовательно, модель можно признать достаточно хорошей, также можно судить о весьма высоком качестве полученной модели и очень высокой надежности итогового результата по данному показателю).

Для модели обесценивания автомобилей бизнес-класса значения этих показателей составили:

- среднее квадратичное отклонение — 5 278 долл.;

- средняя относительная погрешность аппроксимации — 18 % (полученное значение попадает в диапазон 10...20 %, значит, точность модели приемлема, однако ее можно повысить по данному показателю);

- коэффициент сходимости — 0,11;

- коэффициент детерминации — 0,89 (коэффициент детерминации выше 80 %, следовательно, модель можно признать достаточно хорошей, также можно судить о высоком качестве полученной модели и высокой надежности итогового результата по данному показателю).

Для модели обесценивания минивэнов значения этих показателей составили:

- среднее квадратичное отклонение — 1 597 долл.;

- средняя относительная погрешность аппроксимации — 9 % (полученное значение меньше 10 %, что свидетельствует о высокой точности модели по данному показателю);

- коэффициент сходимости — 0,32;

- коэффициент детерминации — 0,68 (коэффициент детерминации не меньше 50 %, значит, модель можно считать приемлемой по данному показателю).

Для модели обесценивания внедорожников значения этих показателей составили:

- среднее квадратичное отклонение — 2 093 долл.;

- средняя относительная погрешность аппроксимации — 9 % (полученное значение меньше 10 %, что свидетельствует о высокой точности модели по данному показателю);

- коэффициент сходимости — 0,11;

- коэффициент детерминации — 0,89 (коэффициент детерминации выше 80 %, следовательно, модель можно признать достаточно хорошей, также можно судить о высоком качестве полученной модели и высокой надежности итогового результата по данному показателю).

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Тот факт, что кривая изменения остаточной стоимости дорожных транспортных средств

со временем, полученная в результате применения метода фонда амортизации, и кривая, полученная в результате анализа рыночных данных, практически совпадают, может служить указанием на универсальный характер метода фонда амортизации для характеристики обесценивания (и накопленного износа) различных марок дорожных транспортных средств.

2. Возможность применения метода фонда амортизации для расчета динамики обесценивания дорожных транспортных средств можно объяснить существованием общих экономических закономерностей их обесценивания, так как в результате исследования рынка было установлено, что цены предложений к продаже различных марок дорожных транспортных средств, относящихся к одному классу, группируются в единую обобщенную зависимость. Отметим, что, по-видимому, данные закономерности характерны для достаточно равновесного рынка.

3. Разный темп динамики обесценивания дорожных транспортных средств, относящихся к разным классам, при моделировании методом фонда амортизации учитывается с помощью годовой нормы процента. Для разных классов дорожных транспортных средств эта норма различается.

4. Полученные значения статистических показателей, характеризующих адекватность и точность построенных моделей, позволяют судить о высоком качестве моделей и большой надежности итогового результата.

5. Метод фонда амортизации может быть весьма полезным для большого количества практических применений в области оценки машин и оборудования, в частности, дорожных транспортных средств, как при групповой (массовой), так и при индивидуальной оценке (с внесением индивидуальных поправок).

Авторы благодарны участникам республиканского научно-методического семинара «Экономика недвижимости и оценка стоимости» (Республика Беларусь) за конструктивное обсуждение.

### Литература

1. Трифонов Н.Ю., Игнаткович Г.Н. Оценка технологического оборудования // Белорусский экономический журнал. 2000. № 3. С. 118–127.

2. Оценка стоимости машин, оборудования и транспортных средств / Ковалев А.П., Кушель А.А. и др. М.: Интерреклама, 2003. 488 с.

3. Трифонов Н.Ю., Скрыган С.В. Возможность описания динамики износа объекта оценки с помощью исследования рынка // Наука — образованию, производству, экономике: материалы 12-й Международной научно-технической конференции: В 4 т. Т. 3. Минск: БНТУ, 2014. С. 283.

4. Попеско А.И., Ступин А.В., Чесноков С.А. Износ технологических машин и оборудования при оценке их рыночной стоимости: учеб. пособие. М.: Российское общество оценщиков, 2002. 241 с.

5. *Трифонов Н.Ю.* Метод описания ускоренного износа объектов оценки // Вопросы оценки. 2013. № 3. С. 39–41.
6. *Трифонов Н.Ю.* Теория оценки стоимости: учебно-методич. пособие. Минск: БНТУ, 2012. 123 с.
7. *Мышанов А.И., Рослов В.Ю.* Модифицированный метод сроков жизни для расчета износа оборудования // Вопросы оценки. 2007. № 2. С. 64–68.
8. *Фоменко А.Н.* Метод расчета износа при оценке стоимости транспортных средств в рамках затратного подхода. Режим доступа: <http://www.ocenchik.ru/docs/447.html>
9. *Дуброва Т.А.* Статистические методы прогнозирования: учеб. пособие. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. 206 с.
10. *Шабека В.Л.* Оценка рыночной стоимости транспортных средств сравнительным методом: количественные методы расчета стоимости, способы и технические средства их реализации на практике: метод. рекомендации. Минск: РИВШ, ОО БАЭС, 2009. 76 с.
11. Экономико-математические методы и прикладные модели: учеб. пособие / В.В. Федосеев, А.Н. Гармаш и др.: М.: ЮНИТИ, 1999. 391 с.
12. *tezCAR* [Информационный сайт об автомобилях]. Режим доступа: <http://tezcar.ru/>. свободный. Загл. с экрана.

***Трифонов Николай Юрьевич, e-mail: [guild@unibel.by](mailto:guild@unibel.by)***