

ИССЛЕДОВАНИЕ СТОИМОСТИ ХАРВЕСТЕРОВ НА ВТОРИЧНОМ РЫНКЕ КАК АСПЕКТА ИЗМЕНЕНИЯ ИХ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

RESEARCH ON THE PRICE OF HARVESTERS IN THE SECONDARY MARKET AS AN ASPECT OF CHANGING THEIR TECHNICAL CONDITION

М.А. ПИСКУНОВ, к.т.н.

Петрозаводский государственный университет,
Петрозаводск, Россия, piskunov_mp@list.ru

M.A. PISKUNOV, PhD in Engineering

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia,
piskunov_mp@list.ru

В лесопромышленном комплексе России средние и мелкие предприятия с объемом лесозаготовок до 100 тыс. куб. м в год занимают в общем объеме 48 %. Большая часть этих предприятий не обладают возможностями для приобретения новых харвестеров. Альтернативой новым машинам выступают харвестеры с вторичного рынка. Актуальными являются исследования по изучению изменения технического состояния харвестеров в процессе эксплуатации. Был проведен сбор данных о моделях, возрасте, количестве отработанных моточасов и стоимости харвестеров, предлагаемых на вторичном рынке. Собрано 202 предложения. На машины возрастом до 5 лет приходится 31 ед.; возрастом от 5 до 10 – 99; от 10 до 15 – 56; старше 15 – 16; по моделям: John Deere (включая устаревший бренд Timberjack) – 73, в том числе 8 гусеничных машин; Ponsse – 29; Komatsu (включая устаревший бренд Valmet) – 49, включая 4 машины на базе гусеничного экскаватора; харвестеры разных моделей, выполненные на базе гусеничных экскаваторов – 37; прочие модели – 18. Гипотетически полагая, наличие связи между стоимостью машины и ее состоянием, построены корреляционные зависимости: между стоимостью и возрастом харвестера; между стоимостью и количеством моточасов. Зависимость между стоимостью и возрастом описывается степенной и экспоненциальной кривыми, коэффициенты детерминации соответственно – 0,56 и 0,54. Фильтрация данных по диапазону мощности (160–205 кВт) и по модели (рассмотрено три модели: John Deere 1270, Ponsse Ergo, Komatsu 931) не привела к однозначной определенности в виде регрессии, хотя незначительно увеличила коэффициент детерминации. Выделены группы факторов, которые могут влиять на характер регрессии: фактор продавца, фактор ремонта, фактор эксплуатации, фактор технических характеристик, но определение степени влияния этих групп требует дополнительных исследований. Зависимость между стоимостью и количеством моточасов характеризуется очень слабой связью из-за большого разброса данных вследствие некорректных значений моточасов, отмеченных продавцами. Общие регрессионные тренды для харвестеров согласовываются с данными для других типов тракторов, но для определения однозначности в регрессиях требуется накопление эмпирических данных по надежности машин и изменению их стоимости в течение ряда лет.

Ключевые слова: харвестер, стоимость, вторичный рынок, техническое состояние, возраст машины, регрессия.

Для цитирования: Пискунов М.А. Исследование стоимости харвестеров на вторичном рынке как аспекта изменения их технического состояния // Тракторы и сельхозмашины. 2020. № 5. С. 37–44. DOI: 10.31992/0321-4443-2020-5-37-44.

In the timber industry complex of Russia, medium-sized and small enterprises with a volume of timber harvesting up to 100 thousand cubic meters per year occupy a share of 48 % in the total volume. Most of these enterprises do not have the capacity to purchase new harvesters. An alternative to the new harvesters are the harvesters from the secondary market. Thus the study of changes in the technical condition of harvesters during their operation is an actual study for Russia. The data on the models, age, number of hours worked and the cost of harvesters that are offered on the secondary market was collected. 202 commercial offers were collected. In total there are 31 harvesters under 5 years of operation; 99 harvesters from 5 to 10 years of operation; 56 – from 10 to 15 years of operation; and 16 – older than 15 years of operation. There are 73 John Deere harvesters (including the outdated Timberjack models), with 8 tracked vehicles, 29 Ponsse harvesters; 49 Komatsu harvesters (including the outdated Valmet models) with 4 harvesters based on a tracked excavator; 37 harvesters of different models made on the basis of tracked excavators and 18 harvesters of other models. Hypothetically assuming that there is a connection between the price of the harvester and its condition, correlations were analyzed between the price and the age of the harvester and between the price and the number of worked hours of the harvester. The relationship between the price and the age is described by power and exponential curves, with coefficients of determination of 0,56 and 0,54, respectively. Filtering data by power range (160–205 kW) and by model (three models were considered: John Deere 1270; Ponsse Ergo; Komatsu 931) did not lead to clear certainty about the form of regression, although it slightly increased the coefficient of determination. There are groups of factors that can influence the type of regression: the seller's factor, the repair factor, the operation factor, and the technical characteristics factor, but determining the degree of influence of these groups requires additional research. The dependence between the price and the number of worked hours is characterized by a very weak relation due to a large spread of data owing to incorrect values of the hours marked by sellers. General regression trends for harvesters are consistent with data for other types of tractors. But to determine unambiguity in regressions requires the accumulation of empirical data on the reliability of machinery and changes in their price over a number of years.

Keywords: harvester, price, secondary market, technical condition, machine age, regression.

Cite as: Piskunov M.A. Research on the price of harvesters in the secondary market as an aspect of changing their technical condition. Traktory i sel'khoz mashiny. 2020. No 5, pp. 37–44 (in Russ.). DOI: 10.31992/0321-4443-2020-5-37-44.

Введение

Лесозаготовительная машина – харвестер, как и любое изделие, обладает своим жизненным циклом. Государственный стандарт [1] определяет термин «стадия жизненного цикла продукции». Этот же стандарт выделяет следующие стадии: «обоснование разработки; разработка технического задания; проведение опытно-конструкторских работ; производство и испытание; модернизация; использование (эксплуатацию); ликвидацию (с избавлением от отходов путем их утилизация и/или удаления)».

Кроме стадий жизненного цикла государственный стандарт [2] определяет термин «этап жизненного цикла» – «часть стадии жизненного цикла, выделяемая по признакам моментов контроля (контрольных рубежей), в которые предусматривается проверка характеристик проектных решений типовой конструкции и (или) физических характеристик экземпляров изделий». ГОСТ дает определение понятию «эксплуатация» – «стадия, на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается качество изделия, включающая в общем случае использование по назначению, транспортирование и техническую эксплуатацию: хранение, техническое обслуживание и все виды ремонта, кроме тех, которые выполняются на условиях временного вывода изделия из эксплуатации, например капитальный ремонт».

Исследователями разработаны различные укрупненные модели жизненного цикла изделий, организаций, систем и пр. Однако если рассматривать отдельно взятую отрасль или систему схожих отраслей, то жизненный цикл изделий той или иной отрасли должен обладать своими специфическими свойствами. Причем разные стадии жизненного цикла машин той или иной отрасли может также отмечаться своими специфическими чертами.

Существуют некоторые общие фундаментальные тренды в описании и моделировании жизненного цикла какого-либо объекта, но в ряде случаев необходимы поправки на специфику отрасли.

Рассматривая эксплуатацию как стадию жизненного цикла технологической машины, отметим факт изменения технического состояния машины на этой стадии с течением времени. Изменение технического состояния может быть формализовано и представлено в виде некоторых закономерностей.

Существуют разные способы для этой формализации. Один из фундаментальных

способов – это рассмотрение изменения технического состояния через терминологию, понятийный и математический аппарат теории надежности [3].

Для решения прикладных задач управления жизненным циклом необходим непрерывный сбор и анализ данных о состоянии технического объекта, о дефектах, повреждениях, отказах, возникающих у объекта в процессе эксплуатации.

Полноценный, для построения адекватных моделей, объем информации о том, как меняется состояние технического объекта в ходе эксплуатации, может собрать производитель техники или предприятие, которое эту технику долго эксплуатирует и располагает возможностью собрать адекватный набор статистической информации.

В обоих случаях в современных реалиях в области лесозаготовительной техники эта информация широко не распространяется, поскольку представляет коммерческую тайну, а в некоторых случаях на основе этой информации выстраивается бизнес-процесс, например, на предприятиях сервисного обслуживания.

Источником информации об изменении технического состояния лесозаготовительных машин являются в основном исследователи, собирающие эмпирическую информацию о надежности лесозаготовительных машин.

Альтернативным подходом для моделирования изменения состояния выступает подход, предлагаемый специалистами в области оценки стоимости машин и оборудования.

В качестве одного из методов для моделирования состояния технического объекта исследователи используют корреляционную зависимость между коэффициентом физического износа и возрастом технического объекта. В качестве коэффициента физического износа здесь выступает соотношение между ценой поддержанного объекта и ценой такого же объекта, только нового [4, 5].

Исследователи исходят от того, что в стоимость поддержанного технического объекта потенциальный продавец закладывает износ оборудования или какой-то обобщенный показатель, характеризующий текущее техническое состояние объекта.

В работе С.А. Смоляка [6] представлены обширные эмпирические данные о снижении с возрастом стоимости различных машин. В этой же работе предлагается универсаль-

ная теоретическая модель, которая описывает снижение стоимости машин в понятиях экономической парадигмы. В других работах автора модель развивается на основе учета различных факторов, которые влияют на стоимость.

При анализе жизненного цикла харвестера в структуре его эксплуатации, как стадии жизненного цикла, нередко наблюдается случай, когда машина проходит через дополнительный этап – этап смены владельца. Этап смены владельца может происходить на разных временных отрезках с момента начала эксплуатации машины (теоретически в любой момент времени), соответственно она будет иметь разное техническое состояние в эти периоды или, в соответствии с терминологией стандарта [2], разные физические характеристики.

На лесозаготовках в России в настоящее время преобладает сортиментная технология. На российском рынке форвардеров и харвестеров – машин для сортиментной технологии – сегодня доминируют три компании: это John Deere, Komatsu, Ponsse. Две компании – это глобальные транснациональные корпорации, производящие не только лесозаготовительную технику, но и широкую линейку машин для других отраслей.

По сведениям, представленным в документе Правительства РФ [7], все арендаторы лесных площадей, занимающиеся заготовкой древесины, разделены на 4 группы: очень крупные (объем выше 500 тыс. куб. м в год); крупные (от 100 до 500); средние (от 20 до 100); мелкие (до 20). Крупные и очень крупные предприятия занимают 52 % от всего годового объема заготовки древесины, соответственно на средние и мелкие предприятия приходится 48 %.

Так как современный харвестер – это высокопроизводительная машина, обладающая очень высокой стоимостью и для обеспечения номинальных производственных показателей требующая квалифицированного использования, то не все лесопромышленники могут позволить себе приобретение и обслуживание новой машины. В эту категорию попадает большая часть средних и все мелкие предприятия, которые без дополнительных финансовых инструментов не могут рассчитывать на приобретение новых машин от «брендов», доминирующих на российском рынке. А это почти половина всей заготовки древесины в России (общий объем в 2019 г. составил 218,5 млн куб. м.).

В сегменте средних и мелких предприятий лесопромышленники, которые не могут приобрести новый харвестер, используют разнообразные организационные и технологические решения для обеспечения производственного процесса необходимым оборудованием и машинами.

Одним из таких решений выступает приобретение поддержанных харвестеров на вторичном рынке. В этой связи исследования, направленные на понимание того, как происходит изменение технического состояния харвестера и как, в этой связи, меняется его стоимость, представляются актуальными для лесопромышленного комплекса.

Цель исследований

Построить эмпирические закономерности изменения стоимости харвестера в зависимости от возраста и сравнить эти данные с моделями, предлагаемыми для описания изменения в процессе эксплуатации технического состояния и стоимости машин в других отраслях.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- собрать данные о возрасте, моделях и стоимости харвестеров, продаваемых компаниями и частными лицами на вторичном рынке;
- построить корреляционные зависимости между возрастом харвестера и его стоимостью;
- выполнить фильтрацию полученных данных по критериям: модель харвестера, мощность харвестера;
- выполнить анализ факторов, которые могут существенно оказать влияние на характер корреляционных зависимостей.

Материалы и методы

Для получения необходимой эмпирической информации осуществлялся сбор сведений от компаний и частных лиц о предлагаемых на вторичном рынке моделях харвестеров, их стоимости, годе выпуска или годе ввода в эксплуатацию, количестве отработанных моточасов на момент сбора данных. Данные собирались по моделям харвестеров, предлагаемых на вторичном рынке, и их стоимости во временном промежутке, который охватывал период с 1 сентября 2019 г. по 14 апреля 2020 г.

С помощью методов математической статистики выполнялся корреляционный анализ. В ходе корреляционного анализа осуществлялся поиск регрессионного уравнения, наиболее близко описывающего исследуемый процесс.

Определялись корреляционные зависимости между стоимостью машины и ее возрастом, а также между стоимостью машины и количеством отработанных моточасов на момент продажи.

В работе исследовались зависимости без учета критериев и факторов, которые могли оказать влияние на характер зависимостей, то есть корреляция определялась между всеми моделями и всеми возрастами харвестеров и их стоимостью, который попали в исследуемый временной отрезок.

Также в работе выполнялся корреляционный анализ с использованием фильтров. В качестве фильтров выступали: диапазон мощности – проводился анализ только для моделей машин попадающих в заданный диапазон мощности двигателя; модель машины – рассматривалась конкретная марка машины и анализировалось изменение стоимости только для этой марки. В работе рассматривались регрессии для трех моделей машин.

Результаты

Всего было получено 202 позиции разнообразных моделей харвестеров, данные о их стоимости и года выпуска, предлагаемых на вторичном рынке. Данные, сгруппированные по годам, представлены на рис. 1. Из общего объема на машины возрастом до 5 лет приходится 31 ед.; возрастом от 5 до 10 – 99; от 10 до 15 – 56; старше 15 – 16. По моделям харвестеры распределены следующим образом: John Deere (включая устаревший бренд Timberjack) – 73, в том числе 8 гусеничных машин; Ponsse – 29; Komatsu (в том числе устаревший бренд Valmet) – 49, включая 4 машины на базе гусеничного экскаватора; харвестеры разных моделей, выполненные на базе гусеничных экскаваторов – 37; прочие модели – 18.

Наибольшая группа машин по возрасту – это машины с возрастом от 5 до 10 лет. Эта группа занимает около 50 % от всего объема харвестеров на вторичном рынке. Доля в 36 % приходится на машины семейства John Deere.

На рис. 1 показана корреляционная зависимость между стоимостью машины и ее возрастом. Корреляция построена без фильтров, на основе всех полученных позиций. Наиболее близкими моделями, описывающими процесс изменения стоимости, являются степенная и экспоненциальная зависимости.

Экспоненциальное уравнение регрессии имеет вид:

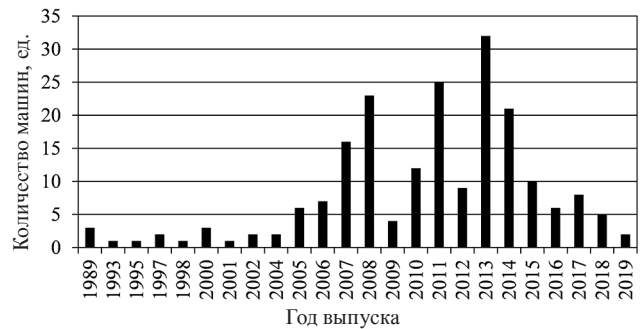


Рис. 1. Распределение харвестеров по возрасту

$$C = 17,47 \cdot e^{-0,092 \cdot N},$$

где C – стоимость в млн руб.; N – возраст, лет.

Коэффициент детерминации $r^2 = 0,54$.

Уравнение степенной регрессии имеет вид:

$$C = 45,04 \cdot N^{-0,863}.$$

Коэффициент детерминации $r^2 = 0,56$. На рис. 2 изображен график именно степенной зависимости.

На рис. 3 показана зависимость между стоимостью машины и количеством, отработанных ею моточасов. Количество моточасов, отработанных машиной, записывалось по сведениям, предоставленным продавцами, без фактической проверки. В связи с чем наблюдается боль-

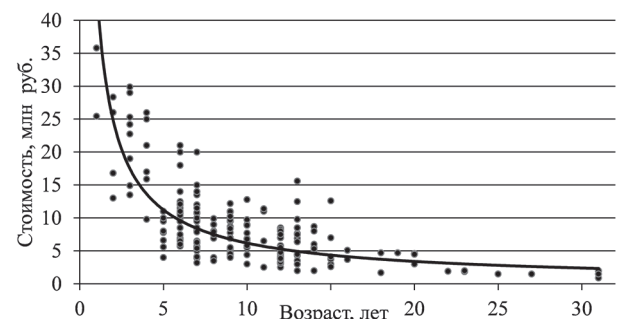


Рис. 2. Зависимость между стоимостью машины и ее возрастом

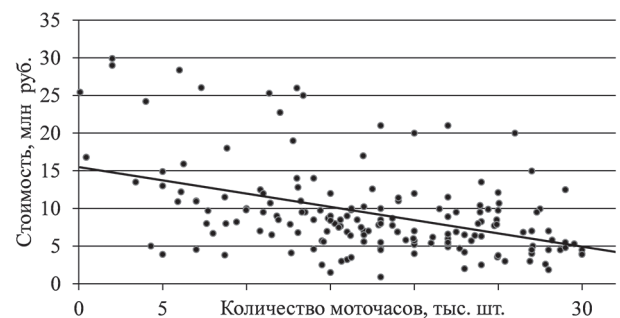


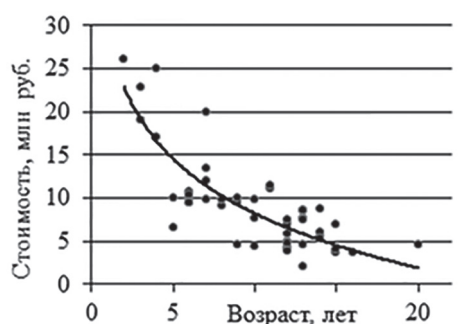
Рис. 3. Зависимость между стоимостью машины и количеством отработанных моточасов, заявляемых продавцом

шой разброс в значениях, и, несмотря на общий тренд, отсутствует тесная корреляционная зависимость между стоимостью и количеством моточасов. Для линейной регрессии коэффициент детерминации составляет 0,23.

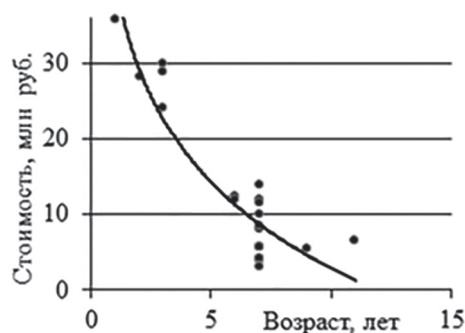
Такой разброс объясняется тем, что многие продавцы некорректно или неправильно указывали фактическое число отработанных моточасов.

На рис. 4 показаны корреляционные зависимости для отдельных моделей машин. Зависимости рассмотрены для трех моделей харвестеров: John Deere 1270, Komatsu 931, Ponsse Ergo. В расчете использовались все модификации указанных моделей, которые попали в массив данных.

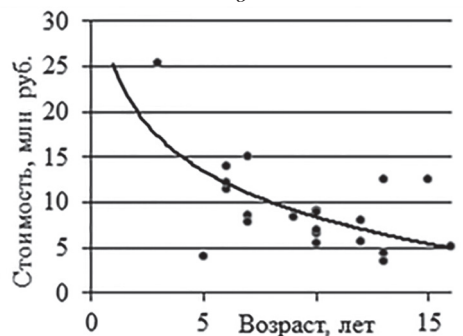
Зависимости между стоимостью и возрастом для харвестера модели John Deere 1270:



а



б



в

Рис. 4. Зависимости между стоимостью и возрастом для отдельных моделей харвестеров:
 а) John Deere 1270; б) Komatsu 931; в) Ponsse Ergo

– логарифмическая регрессия, коэффициент детерминации $r^2 = 0,68$:

$$C = -9,13 \cdot \ln(N) + 29,23 ;$$

– степенная регрессия, коэффициент детерминации $r^2 = 0,6$:

$$C = 51,95 \cdot N^{-0,85} ;$$

– экспоненциальная регрессия, коэффициент детерминации $r^2 = 0,57$:

$$C = 22,05 \cdot e^{-0,103 \cdot N} .$$

Зависимости между стоимостью и возрастом для харвестера модели Komatsu 931:

– логарифмическая регрессия, коэффициент детерминации $r^2 = 0,88$:

$$C = -16,4 \cdot \ln(N) + 40,66 ;$$

– степенная регрессия, коэффициент детерминации $r^2 = 0,64$:

$$C = 59,18 \cdot N^{-1,06} ;$$

– экспоненциальная регрессия, коэффициент детерминации $r^2 = 0,63$:

$$C = 45,69 \cdot e^{-0,252 \cdot N} .$$

Зависимости между стоимостью и возрастом для харвестера модели Ponsse Ergo:

– логарифмическая регрессия, коэффициент детерминации $r^2 = 0,37$:

$$C = -7,3 \cdot \ln(N) + 25,23 ;$$

– степенная регрессия, коэффициент детерминации $r^2 = 0,27$:

$$C = 31,16 \cdot N^{-0,61} ;$$

– экспоненциальная регрессия, коэффициент детерминации $r^2 = 0,21$:

$$C = 15,39 \cdot e^{-0,065 \cdot N} .$$

На рис. 5 представлен «отфильтрованный» массив данных. Из общего количества позиций исключены те, которые представляют гусеничные харвестеры и харвестеры с мощностью двигателя меньше 160 кВт и больше 205 кВт.

Наиболее адекватны данным, представленным на рис. 5, регрессионные зависимости:

– степенная регрессия, коэффициент детерминации $r^2 = 0,58$:

$$C = 55,72 \cdot N^{-0,92} ;$$

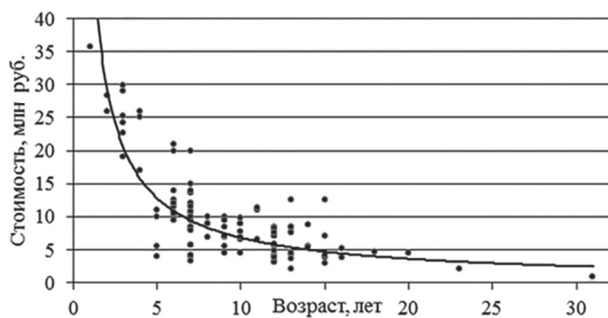


Рис. 5. Зависимость для массива данных с ограничениями по мощности

– экспоненциальная регрессия, коэффициент детерминации $r^2 = 0,55$:

$$C = 21,36 \cdot e^{-0,104 \cdot N}.$$

Обсуждение

Полученные регрессии изменения стоимости на основе эмпирических данных в целом согласуются с данными, представленными в работах других авторов. При этом полагаем, что существует связь между зависимостями, которые строят исследователи – оценщики стоимости машин и исследователи в области надежности машин.

С учетом работ [8, 9, 10], в которых автор дополняет свою теоретическую модель, описывающую процесс изменения стоимости машины, факторами зависимости стоимости от надежности, наработки и физического износа машин, считаем, что принципиальные тренды в изменении стоимости харвестеров и изменении их технического состояния не отличаются от процессов, происходящих в других отраслях.

Так, например, в работе [11] приводятся сведения об изменении наработки на отказ бульдозеров в зависимости от длительности эксплуатации. Авторы показывают, что в течение первых 5 лет наработка на отказ подчинена экспоненциальному закону, в последующие годы – наработка распределена равномерно.

В работе [12] авторы предлагают зависимость изменения наработки на отказ от срока службы для зерноуборочных комбайнов, и эта зависимость имеет экспоненциальный вид.

В работах [13, 14] показан схожий общий тренд изменения наработки на отказ с течением времени для зерноуборочных комбайнов российских и зарубежных производителей.

Для гусеничных сельскохозяйственных тракторов изменение наработки на отказ с те-

чением времени аппроксимируется логарифмической (натуральный логарифм) зависимостью в работе [15].

Таким образом, общий тренд в изменении состояния харвестеров не обладает отличительными особенностями по сравнению с технологическими машинами других отраслей.

Но необходима детальная информация, которая определяет уже особенность процесса, изменения стоимости или технического состояния, характерного именно для лесозаготовительной техники.

Наличие нескольких регрессий, описывающих один и тот же процесс со значениями коэффициентов корреляции, которые характеризуют исследуемые связи как заметные и высокие, указывает на необходимость определения факторов, которые влияют на разброс данных.

Фильтрация значений по диапазону мощности и модели машины не внесла однозначности в общую картину процесса, хотя и для отдельных случаев повысила коэффициент корреляции.

Также в работе [16] выдвигается положение, что физический износ тракторов нельзя считать пропорциональным возрасту. Это положение косвенно подтверждается и данными, представленными в этой статье, когда для машин одного возраста стоимость варьируется в широких пределах. Например, на рис. 4, а) диапазон стоимости машин одного года выпуска находится в пределах от 2 до 8 млн руб., другого – от 10 до 20 млн руб. и т.д.

Анализируя и группируя сведения, полученные от продавцов техники, выделим ряд дополнительных факторов, которые оказывают влияние на модель процесса.

1. Фактор продавца. Всех продавцов разделим на группы. Группа 1 – крупные лесопромышленные компании, имеющие утвержденный план по обновлению лесозаготовительной техники. Для таких компаний продажа машин на вторичном рынке не является главным источником средств для обновления собственного парка. Группа 2 – сервисные компании, предлагающие технику, выкупленную по системе «трейд-ин». Группа 3 – продавцы, предлагающие поддержанную технику из других стран. Группа 4 – небольшие компании, для которых продажа техники на вторичном рынке является важным источником средств для обновления собственного парка лесозаготовительных машин. Группа 5 – прочие продавцы.

2. Фактор ремонта. Разделим продаваемые машины на группы. Группа 1 – в машине заменялось или капитально ремонтировалось технологическое оборудование: манипулятор или харвестерная головка. Группа 2 – в машине заменялись отдельные агрегаты. Группа 3 – машина на момент продажи требует ремонта отдельных агрегатов. Группа 4 – машина находится в работоспособном состоянии, но в течение срока службы машина не подвергалась никаким ремонтным работам. Группа 5 – проведен полный капитальный ремонт машины и предоставляется гарантия на машину.

3. Фактор эксплуатации. Группа 1 – машины, для которых проводилось полноценное техническое обслуживание с рекомендуемой периодичностью в течение всего срока. Группа 2 – машины, для которых нарушались периодичность и состав работ по техническому обслуживанию. Группа 3 – машины были в эксплуатации более чем у одного владельца.

На отдельные группы необходимо разделять машины по режимам работы. Здесь под режимом работы понимается количество рабочих часов, которое машина работает в течение суток.

4. Фактор технических характеристик. Необходимо более детально группировать машины по техническим характеристикам. Например, по массе, типу двигателя, мощности и др.

На данном этапе полноценное исследование влияния каждого из этих факторов представляется затруднительным в силу малых выборок в каждой группе, в том числе и из-за того, что вторичный рынок харвестеров в России существует относительно недавно, по сравнению с рынками других видов технологических машин. Необходимо формирование статистического массива данных в течение ряда лет.

Заключение

Вторичный рынок харвестеров отличается многообразием предлагаемых моделей в разных ценовых категориях. Лидерами здесь являются те же самые компании, что и на первичном рынке. Общий тренд изменения стоимости подобен трендам, которые исследованы для технологических машин в других отраслях. Построение однозначно определяемой зависимости между стоимостью и возрастом затруднительно в силу необходимости введения поправочных коэффициентов, учитывающих разнообразные факторы. Фильтрация по моде-

лям и диапазону мощности сохранила общий тренд в зависимостях, но не внесла однозначной определенности в их специфику.

В настоящем исследовании предложены несколько регрессий, построенных по эмпирическим данным: логарифмическая, степенная, экспоненциальная. Так как работы исследователей, изучавших процессы изменения стоимости и состояния машин, связаны с изучением разных регрессий, то в данной работе не будем выделять ту, которая обладает наибольшим коэффициентом корреляции, без исследования факторов, искажающих реальную картину.

Для выявления особенностей, свойственных именно закономерностям изменения состояния харвестеров, необходимо накопление обширных эмпирических данных в течение ряда лет, как по стоимости, так и по надежности техники.

Данная работа вносит свой вклад в понимание процессов изменения технического состояния лесозаготовительных машин. Результаты могут быть использованы как специалистами в области организации лесозаготовительных работ, так и специалистами, которые занимаются эксплуатацией и ремонтом машин для анализа их надежности и разработки технологических и организационных решений для повышения долговечности харвестеров.

Литература

1. ГОСТ Р 53791-2010. Ресурсосбережение. Стадии жизненного цикла изделий производственно-технического назначения. Общие положения. М.: Стандартинформ, 2011. 8 с.
2. ГОСТ Р 56136-2014. Управление жизненным циклом продукции военного назначения. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2015. 12 с.
3. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике (ССНТ). Основные понятия. Термины и определения. М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам.
4. Быкова В.Г., Ковалев А.П. Как оценить износ оборудования // Оборудование: рынок, предложение, цены. 2000. № 3. С. 78–79.
5. Ковалев А.П., Кушель А.А., Королев И.В., Фадеев П.В. Основы оценки стоимости машин и оборудования / под. ред. М.А. Федотовой. М.: Финансы и статистика, 2006. 288 с.
6. Смоляк С.А. Статистические и теоретические модели зависимости стоимости машин от возраста / препринт # WP/2014/311. М.: ЦЭМИ РАН, 2014. 50 с.

7. Об утверждении Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года: распоряжение Правительства РФ от 20.09.2018 № 1989-р.
8. Смоляк С.А. Влияние надежности машин и оборудования на их стоимость // Экономика и математические методы. 2017. № 1. С. 57–74.
9. Смоляк С.А. Влияние физического износа машин на динамику их рыночной стоимости // Экономика и математические методы. 2019. № 3. С. 124–140.
10. Смоляк С.А. Влияние наработки и надежности машин на динамику их обесценения // Вестник ЦЭМИ. 2018. № 3. 9 с.
11. Сандан Н.Т., Максимов С.Е., Горшков В.Н., Дружинин П.В. Возраст наземных транспортно-технологических машин как фактор влияния на интенсивность отказов // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 3 (62). С. 207–210.
12. Шепелев С.Д., Плаксин А.М., Черкасов Ю.Б. Влияние срока службы и сезонной наработки на показатели эксплуатационной надежности зерноуборочных комбайнов // АПК России. 2016. № 1 (75). С. 122–126.
13. Соломкин А.П., Мяло О.В., Прокопов С.П. Влияние фактора старения на показатели надежности сельскохозяйственной техники // Достижения науки и техники АПК. 2015. № 1 (29). С. 61–63.
14. Бабченко Л.А. Формирование технического сервиса сельскохозяйственной техники: дис. ... докт. техн. наук. Алматы, 2010. 318 с.
15. Буравин А.В. Изменение затрат на поддержание работоспособности тракторов в зависимости от возрастного состава парка // Вестник НГИЭИ. 2011. № 6 (7). С. 22–27.
16. Смоляк С.А. Зависимость стоимости различных видов машин от их возраста // Оценочная деятельность. 2014. № 2. С. 65–71.
5. Kovalev A.P., Kushel' A.A., Korolev I.V., Fadeyev P.V. Osnovy otsenki stoimosti mashin i oborudovaniya [Fundamentals of the valuation of machinery and equipment]. Pod. red. M.A. Fedotovoy. Moscow: Finansy i statistika Publ., 2006. 288 p.
6. Smolyak S.A. Statistical and theoretical models of the dependence of the cost of vehicles on their operation period. Preprint # WP/2014/311. Moscow: TS•EMI RAN, 2014. 50 p.
7. Rasporyazheniye Pravitel'stva RF ot 20.09.2018 No 1989-r «Ob utverzhdenii Strategii razvitiya lesnogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii do 2030 goda». Strategiya razvitiya lesnogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii do 2030 g. Strategiya razvitiya LPK [Order of the Government of the Russian Federation of September 20, 2018 No. 1989-r “The approval of the Strategy for the development of the forestry complex of the Russian Federation until 2030”.]
8. Smolyak S.A. The influence of the reliability of machinery and equipment on their cost. Ekonomika i matematicheskiye metody. 2017. No 1, pp. 57–74.
9. Smolyak S.A. Influence of physical wear of machinery on the dynamics of their market value. Ekonomika i matematicheskiye metody. 2019. No 3, pp. 124–140.
10. Smolyak S.A. Influence of operating time and reliability of machinery on the dynamics of their depreciation. Vestnik TS•EMI. 2018. No 3. 9 p.
11. Sandan N.T., Maksimov S.E., Gorshkov V.N., Druzhinin P.V. Age of ground transport and technological machinery as a factor influencing the failure rate. Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. 2017. No 3 (62), pp. 207–210.
12. Shepel'ev S.D., Plaksin A.M., Cherkasov YU.B. Influence of service life and seasonal operating time on indicators of operational reliability of combine harvesters. APK Rossii. 2016. No 1(75), pp. 122–126.
13. Solomkin A.P., Myalo O.V., Prokopov S.P. The influence of the wearing factor on the reliability indicators of agri-cultural machinery. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2015. No 1 (29), pp. 61–63.
14. Babchenko L.A. Formirovaniye tekhnicheskogo servisa sel'skokhozyaystvennoy tekhniki: diS..... d-ra tekhn. nauk [Formation of technical service for agricultural machinery: Dissertatation for Degree of DrSc in Engineering]. Almaty Publ., 2010. 318 p.
15. Buravin A.V. Changes in the costs of maintaining the operability of tractors depending on the operation period composition of the fleet. Vestnik NGIEI. 2011. No 6 (7), pp. 22–27.
16. Smolyak S.A. Dependence of the cost of various types of vehicles on their operation period. Otsenchnaya deyatelnost'. 2014. No 2, pp. 65–71.

Reference

1. GOST R 53791-2010. Resource saving. Stages of the life cycle of products for industrial and technical purposes. General provisions. Moscow: Standartinform Publ., 2011. 8 p.
2. GOST R 56136-2014. Lifecycle management of military products. Terms and definitions. Moscow: Standartinform Publ., 2015. 12 p.
3. GOST 27.002-89. Reliability in engineering (SSNT). Basic concepts. Terms and definitions. Moscow: Gosudarstvennyy komitet SSSR po upravleniyu kachestvom produktsii i standartam.
4. Vykova V.G., Kovalev A.P. How to assess equipment wear. Oborudovaniye: rynek, predlozheniye, tseny. 2000. No 3, pp. 78–79.