

ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ, ОБЧИСЛЮВАЛЬНА Й ЕЛЕКТРОННА ТЕХНІКА, СИСТЕМИ
ЗВ'ЯЗКУ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

УДК 656.338.12

¹В.В. Аулин, д.т.н.
¹Т.Н. Замота, д.т.н.
¹О.Н. Замота, соискатель
¹А.В. Гринькив, к.т.н.

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ
 ПРЕИМУЩЕСТВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО
 ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ**

¹ Центральноукраинский национальный технический университет, г. Кропивницкий, Украина

Проведено техніко-економічне обґрунтування ефективності впровадження пропонованої інтелектуальної стратегії технічного обслуговування і ремонту легкового автомобіля Тойота, що знаходиться в частиній експлуатації. Суттєвове підвищення очікуваного використання ресурса машини можливо тільки при прямій зв'язі реального технічного стану з стратегією ТО і Р, яка дозволяє аналізувати інтенсивність змін технічного стану вузлів, систем і агрегатів автомобіля. Таке можливо тільки при застосуванні пропонованої інтелектуальної стратегії ТО і Р.

Ключевые слова: стратегия технического обслуживания и ремонта, экономическая эффективность, интеллектуальная стратегия.

Введение

На современном этапе недопустимо проведение технического обслуживания и ремонт (ТО и Р) автомобилей по определенному пробегу или наработке, как это делается согласно планово-предупредительной стратегии. Определение конкретного значения диагностического параметра, который лимитирует работу машины на момент проверки (адаптивная стратегия), также недостаточно. Если этот параметр не достиг предельных значений, то, например, проведение ремонта будет преждевременно и снизит процент использования заложенного ресурса машины.

Существенное повышение ожидаемого использования ресурса машины возможно только при прямой связи реального технического состояния со стратегией ТО и Р, которая позволяет анализировать интенсивность изменения технического состояния сопряжений деталей, систем и агрегатов. Такое возможно только при применении предлагаемой интеллектуальной стратегии ТО и Р. Под интеллектуальной стратегией ТО и Р будем понимать адаптивную стратегию с использованием результатов прогнозирования технического состояния узлов, систем и агрегатов мобильной сельскохозяйственной и автотранспортной техники. Вместе с тем, интеллектуальная стратегия ТО и Р требует технико-экономического обоснования эффективности внедрения. Проведенные теоретические и практические исследования [1] показывают, что это, безусловно, перспективное направление исследований, которое отвечает современному уровню представлений об организации ТО и Р машин.

Анализ последних исследований и публикаций

Обоснование реализуемых стратегий ТО и Р возможно при учете всех затрат на эксплуатацию машин. По данным американских исследователей [2], оценивших структуру затрат на одну милю пробега легковых автомобилей, затраты на ТО и Р занимают 16% (рис.1).

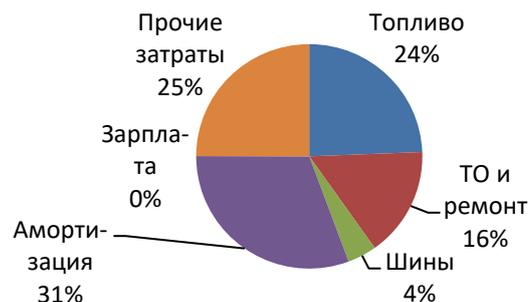


Рис. 1. Структура себестоимости использования личного легкового автомобиля в США

Статистика расходов на 11669 легковых автомобилей на постсоветском пространстве [3] показывает, что на ТО и Р расходуется примерно такая же часть средств, как и в США - 19% (рис.2).

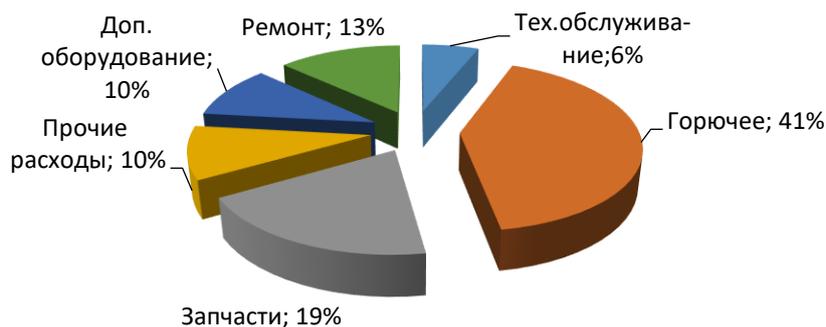


Рис. 2. Структура суммарных расходов на легковые автомобили

Это усредненные данные по исследуемым автомобилям без учета их возраста и пробега, показывающие общую структуру расходов при их эксплуатации. Однако, при расчете эксплуатационных затрат необходимо производить корреляцию с конкретным автомобилем, его пробегом и сроком эксплуатации. Для этого необходимо знать стоимость эксплуатации автомобиля с момента покупки. По данным 21-го ежегодного отчета о средствах, расходуемых на эксплуатацию автотранспорта [4], можно четко проследить нелинейный характер возрастания расходов с увеличением пробега автомобиля (рис.3).

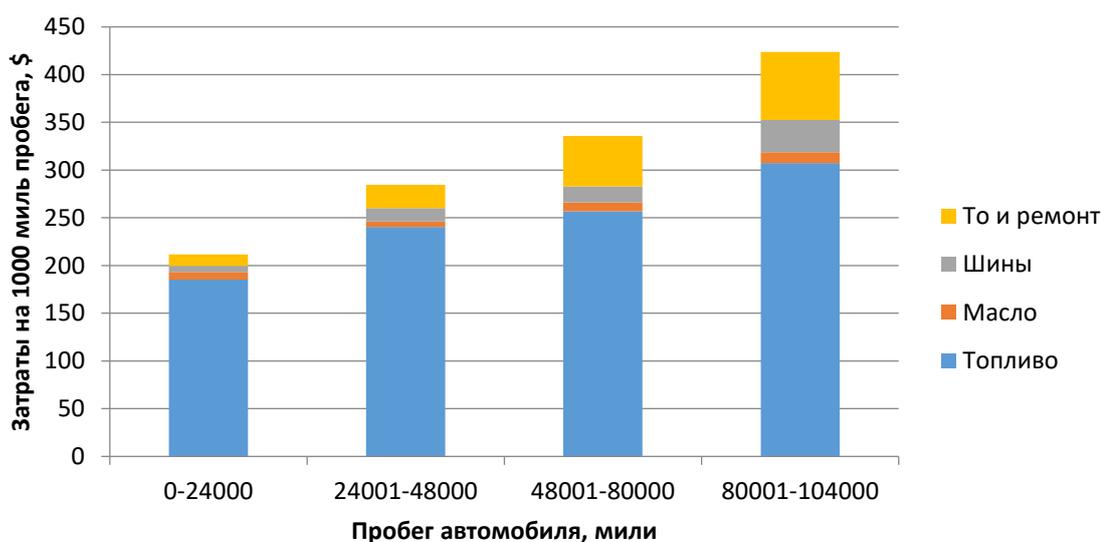


Рис. 3 Затраты на эксплуатацию автомобиля

Целью данной работы является проведение технико-экономической оценки существующей стратегии ТО и Р легкового автомобиля Тойота, обслуживаемого в отечественных условиях эксплуатации.

Результаты исследований

Проведем анализ существующей системы технической эксплуатации автомобиля Тойота Корола E150. Автопроизводитель рекомендует проводить ТО Тойота через каждые 10 тыс. км пробега или раз в год (в зависимости от того, что наступит раньше). Такая периодичность до ТО связана со сроком службы моторного масла – замена масла и фильтра производится по истечению указанного интервала [5]. Известны и более строгие сроки службы, которые имеют некоторые детали и рабочие жидкости. Например, тормозная жидкость, которая чрезвычайно гигроскопична и активно впитывает влагу из воздуха, в результате чего теряет свои функциональные свойства и требует замены через каждые 40 тыс. км или один раз в 5 лет. Замена охлаждающей жидкости также может производиться спустя

определенный интервал пробега. Расчет себестоимости регламентного ТО выполнен по данным автомобиля Тойота Корола 2008г. выпуска, объемом двигателя 1,6 с механической коробкой переключения передач (МКПП) .

На Тойота Корола E150 по регламенту процедура замены масла в МКПП должна производиться каждые 40 тыс. км. пробега. Но в технических условиях на ремонт отмечается, что такой пробег актуален, если автомобиль эксплуатируется в очень тяжелых условиях: постоянное движение на высокой скорости в течение более 2 часов. В то время при умеренной езде масло можно не менять и до 80 тыс. Завод-изготовитель рекомендует заливать оригинальное трансмиссионное масло Toyota Gear Oil LV API GL-4 75W MT (08885-81001). Сравнительный анализ затрат на ТО и Р автомобилей, находящихся в частной эксплуатации, проходящих обслуживание согласно регламенту фирмы Тойота и среднестатистическое их значение при эксплуатации в местных условиях, приведен на рис.4.

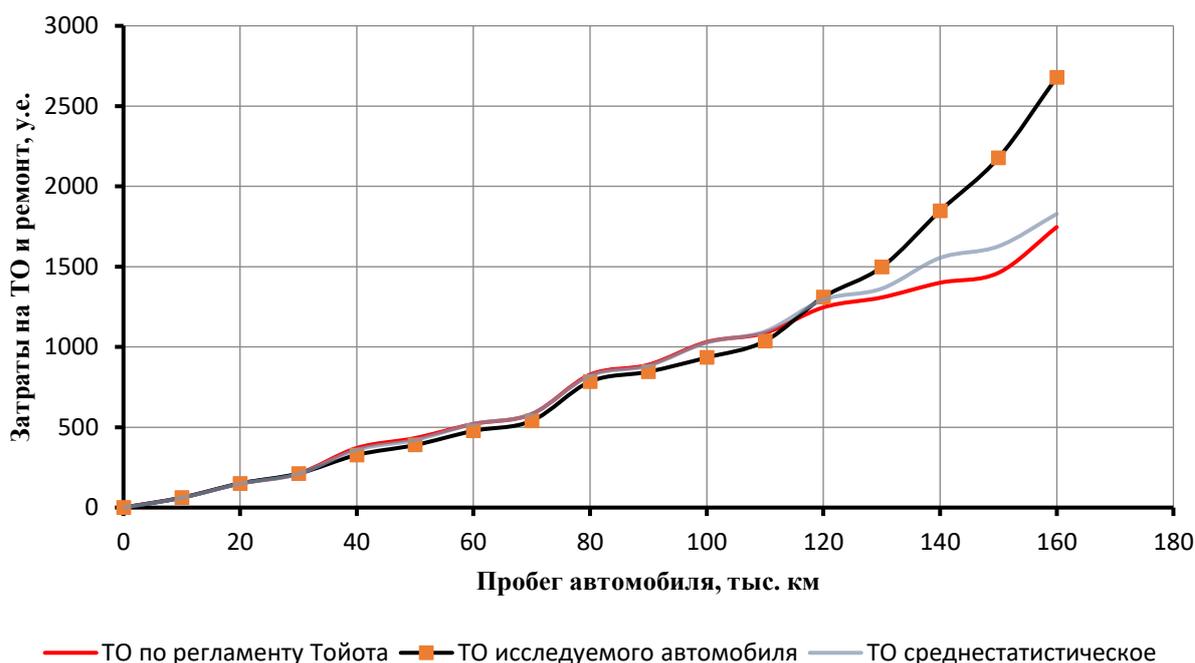


Рис. 4. Суммарные затраты на ТО и Р для легкового автомобиля Тойота

Выявлено, что с начала эксплуатации затраты на ТО и Р возрастают. При пробегах до 80 тыс. км существенной разницы между исследуемыми условиями эксплуатации не наблюдается. Увеличение затрат в условиях среднестатистического обслуживания вызвано большей стоимостью запасных частей и производимых работ по сравнению с регламентными работами. Из рис.4 вытекает, что стоимость среднестатистического ТО при пробегах свыше 110 тыс. км превышает величину затрат, предусмотренных на ТО по регламенту. Резкое увеличение затрат на ТО и Р исследуемых автомобилей вызвано ошибками в применяемой системе технического обслуживания. При пробеге 90 тыс. км не были своевременно выполнены необходимые работы для поддержания системы зажигания.

Определено, что требуется достаточный уровень технических знаний и системы вложения средств на поддержание технического состояния, которые обеспечат минимально возможный уровень затрат. Очевидно, что при эксплуатации автомобиля минимальный уровень будет приближаться к величине затрат согласно регламента фирмы-производителя.

Наблюдается экономия средств до пробега 110 тыс. км. Однако, отказы, произошедшие при данном пробеге, потребовали срочного вмешательства, проведения дополнительных ремонтных работ, связанных с покупкой, вышедших из строя деталей. Кроме этого, отказали некоторые узлы и агрегаты, ресурс которых рассчитан на более длительную эксплуатацию при своевременном ТО и Р.

Выявлено, что рост интенсивности затрат исследуемых автомобилей после 120 тыс. км пробега является недопустимым и требует разработки такой системы мониторинга технического состояния, которая позволит избежать подобных ошибок и минимизировать затраты на обслуживание транспортных средств.

При минимизации затрат на управление парками машин на предприятиях автотранспорта, а также при частном использовании личных автомобилей возникает вопрос об обосновании момента окончания эксплуатации по технико-экономическим параметрам.

Срок эксплуатации автомобиля оказывает влияние на уменьшение его остаточной стоимости. Изменение остаточной стоимости для исследуемого автомобиля представлено на рис. 5.

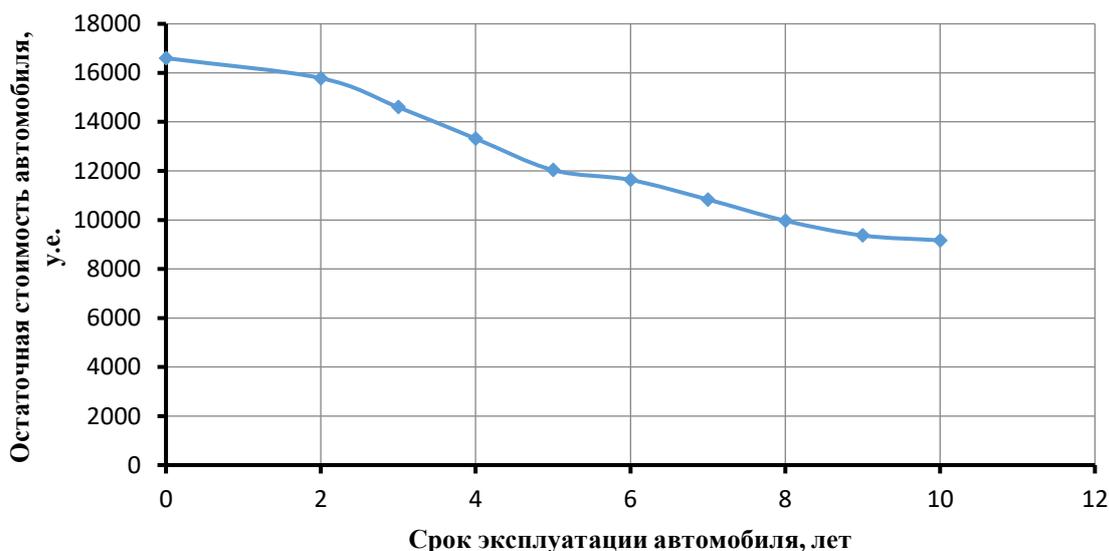


Рис. 5. Изменение остаточной стоимости легкового автомобиля Тойота при различном сроке эксплуатации

В связи с этим, что приобретение покрышек являлось значительной статьей расходов. При покупке нового автомобиля необходимо дополнительно приобрести новую зимнюю резину стоимостью 300 у.е. Совместная эксплуатация зимней и летней резины приводит к увеличению периодичности замены покрышек в 2 раза. При пробеге в 80 тыс. км проведена смена обоих видов покрышек на новые, что вызвало дополнительные затраты в 600 у.е. Аналогичная ситуация наблюдалась и на пробеге в 160 тыс. км (рис.6).

Анализ существующей стратегии ТО и Р автомобилей Тойота раскрыл ряд недостатков. Выявлено, что предлагаемое регламентное обслуживание по своей сути является элементом планово-предупредительной системы ТО и Р. Привязка ремонтных воздействий к пробегу исключает мониторинг технического состояния, не учитывает неблагоприятные условия эксплуатации, влияние человеческого фактора, нарастание постепенных и появление внезапных отказов. Показано, что обеспечение высокого ресурса автомобилей в данных условиях практически невозможно.

Наличие встроенных и внешних систем диагностирования позволяет перейти на более перспективную адаптивную стратегию, что обеспечит повышение ресурса до 30%. Дальнейшие повышения ресурса автомобилей возможно только при системном подходе к эксплуатации и ремонту, наличии всей необходимой информации об изменении технического состояния узлов и агрегатов машины в целом, алгоритма прогнозирования изменения этого состояния. Реализация указанного возможна только при применении интеллектуальной стратегии ТО и Р.

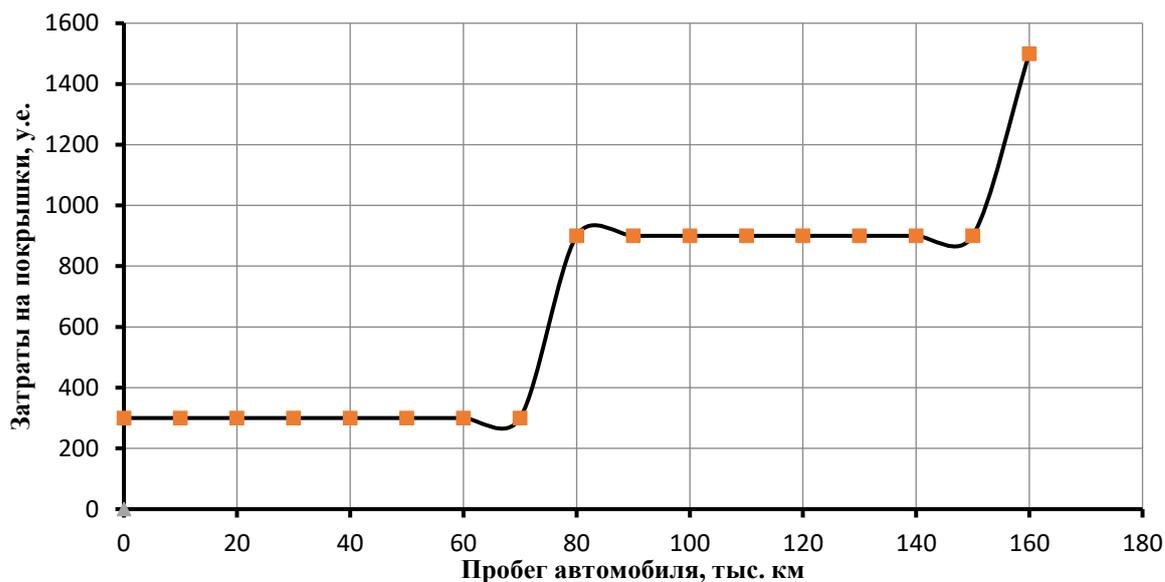


Рис. 6. Затраты на покупку летних и зимних покрышек легкового автомобиля Тойота

Анализ результатов исследований по данной проблеме позволил провести сравнение затрат на обслуживание легкового автомобиля Тойота при различных стратегиях ТО и Р (рис.7).

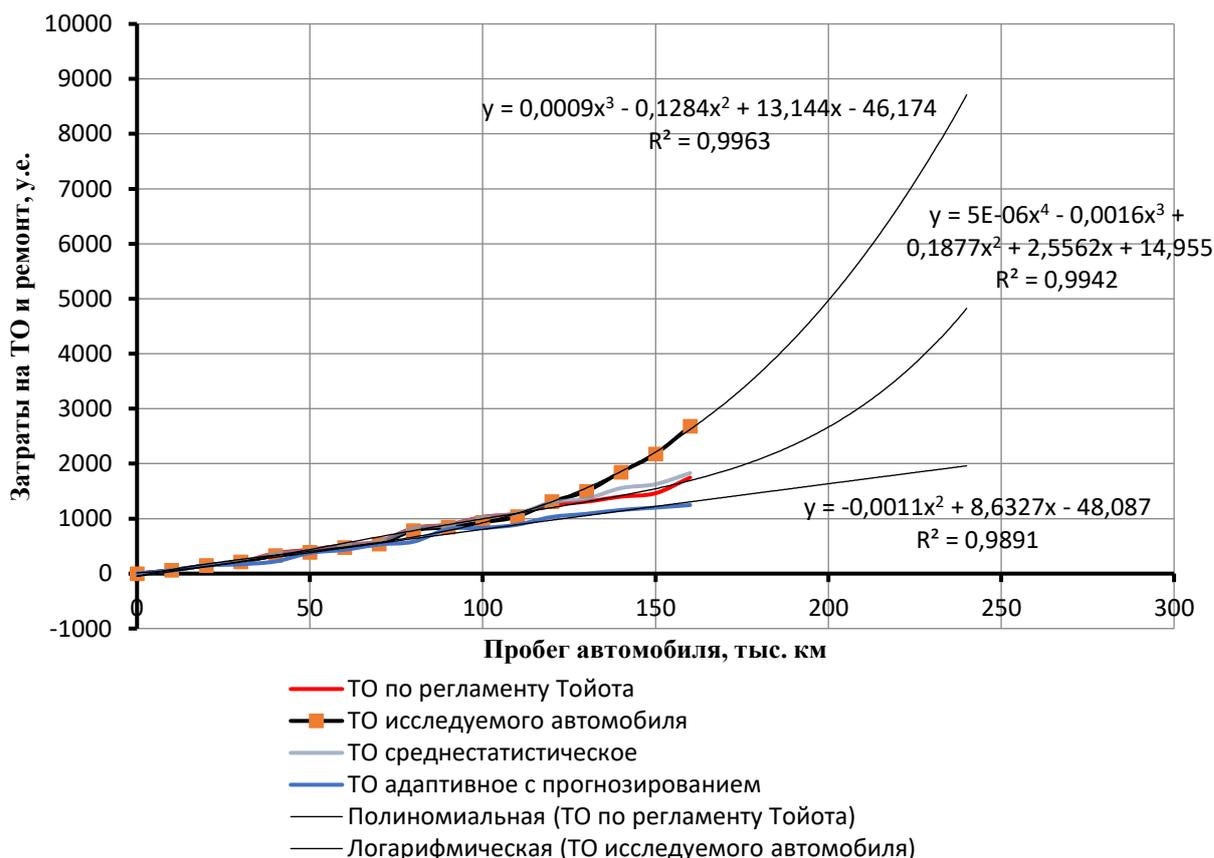


Рис. 7. Сравнение затрат на техническое обслуживание легкового автомобиля Тойота при различных стратегиях ТО и Р

Затраты на ТО и Р исследуемого автомобиля с учетом допущенных отклонений от регламента и отсутствия своевременного диагностирования были максимальными. Выявлено, что интенсивность их роста, при пробегах, превышающих 110 тыс. км., была больше, чем при регламентном ТО. Общая тенденция экспоненциального роста затрат сохранялась в обоих случаях. Построенные линии тренда наглядно показывают прогноз развития уровня затрат с высокой долей вероятности.

Получение экономического эффекта за счет снижения эксплуатационных затрат возможно только при применении интеллектуальной стратегии ТО и Р. Использование данной стратегии позволяет обосновать снижение затрат владельца автомобиля (рис.8).

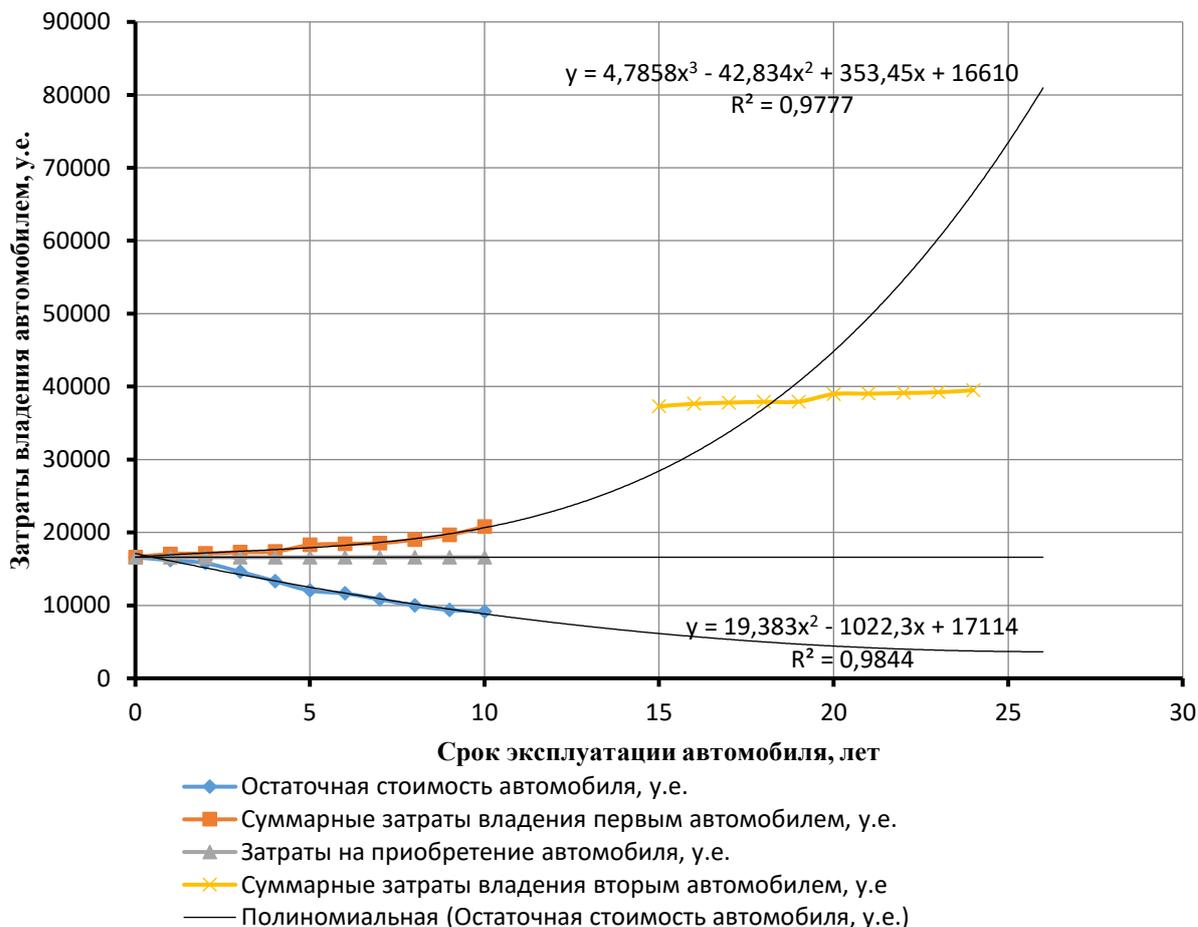


Рис. 8. Обоснование снижения затрат владельца легкового автомобиля с использованием существующей стратегии ТО и Р

При этом среднегодовой пробег исследуемого автомобиля равен 16 тыс. км. На снижение его остаточной стоимости в большей мере влиял срок эксплуатации в годах. Пробег исследуемого автомобиля через 10 лет эксплуатации составил 160 тыс. км, что соответствует завершению наблюдения за его техническим состоянием на представленном графике (кривая суммарных затрат владения первым автомобилем, рис.8). Полученное уравнение затрат позволило построить прогноз их увеличения при заданном среднегодовом пробеге. Можно видеть, что значительное увеличение интенсивности роста затрат наблюдается после 15 лет эксплуатации или 240 тыс. км. пробега.

Очевидно, что дальнейшая эксплуатация этого автомобиля будет убыточна и целесообразно отказаться от его использования. Однако покупка нового автомобиля сопряжена с дополнительной тратой денежных средств, что удерживает владельцев от этого шага. Для наглядного обоснования повышения экономической эффективности смены старого автомобиля, находящегося в частной эксплуатации, следует использовать подход, который базируется на интеллектуальной стратегии ТО и Р [6].

Для покупки нового автомобиля требуется 16600 у.е., остаточная стоимость старого автомобиля со сроком эксплуатации 15 лет и 240 тыс.км пробега составляет 6170,7 у.е. Следовательно, при продаже старого автомобиля для покупки нового необходимо добавить 10429,3 у.е. С учетом затрат владения первым автомобилем при покупке второго суммарные затраты владения составят 37283,5 у.е.

Можно рассмотреть два варианта развития событий: 1) дальнейшая эксплуатация первого автомобиля; 2) продажа старого, покупка и эксплуатация нового автомобиля. Согласно представленного графика, равенство затрат обоих случаев произойдет при 18 годах эксплуатации первого автомобиля, и 3 годах эксплуатации второго автомобиля. Затраты на обслуживание нового

второго автомобіля незначительны и приведут к повышению экономической эффективности его использования в дальнейшем.

Выводы

1. Выявлено, что при оценке средств, выделяемых на техническое обслуживание и ремонт автомобилей, необходимо учитывать конкретные условия эксплуатации автомобиля, пробег и возраст, применяемую стратегию ТО и Р.
2. Показано, что отказы автомобилей при устаревшей стратегии ТО и Р вызывают дополнительные экономические потери, которые необходимо учитывать для повышения эффективности эксплуатации автомобилей.
3. Определено, что методика расчета эксплуатационных затрат автотранспорта не может базироваться только на статистических оценках, ранее полученных данных, она должна быть привязана к конкретному автомобилю в режиме динамического контроля, что возможно только при использовании интеллектуальной стратегии ТО и Р.
4. Обосновано, что на современном этапе недопустимо проведение ТО и Р по определенному пробегу или наработке, согласно планово-предупредительной стратегии. Определение конкретного значения диагностического параметра, который лимитирует работу машины на момент проверки (адаптивная система) также недостаточно: если этот параметр не достиг предельного значений, то проведение ремонта, например, будет преждевременным и что снизит процент использования заложенного ресурса машины.
5. Существенное повышение ожидаемого использования ресурса машины возможно только при прямой связи реального технического состояния со стратегией ТО и Р, которая позволяет анализировать интенсивность изменения технического состояния узлов, систем и агрегатов автомобиля. Такое возможно только при применении предлагаемой интеллектуальной стратегии ТО и Р.
6. Разработанный подход к оценке суммарных затрат владельца автомобилем с учетом уменьшения его остаточной стоимости. Прогнозирование дальнейшего изменения, указанного позволило предложить метод повышения эффективности его частной эксплуатации.

Список литературы

1. Аулін В.В., Замота О.М. Економічне обґрунтування ефективності та рентабельності використання транспортних засобів на АТП / В.В. Аулін, О.М. Замота // Вісник інженерної академії України, №3, 2014.- С.151-158.
2. Gary Barnes, Peter Langworthy. The per-mile costs of operating automobiles and trucks // Minnesota Department of Transportation, - 2003. – 48 p.
3. Интернет ресурс: www.investtocar.ru
4. Automotive Fleet's 21st annual operating cost survey // Automotive Fleet, - 2013. – 43 - 48 p.
5. Aulin V. Substantiation of diagnostic parameters for determining the technical condition of transmission assemblies in trucks // Aulin V., Hrynkiv A., Dykha A., Chernovol M., Lyashuk O., Lysenko S. / Eastern-European journal of enterprise technologies - 2018. – Vol. 2/1(92). - С.61-69.
6. Аулін В.В. Реалізація удосконалення стратегії технічної експлуатації засобів транспорту та її техніко-економічна оцінка // В.В. Аулін, А.В. Гриньків / Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 16 - 17 листопада 2017. – С.12 - 13