Международный научно-исследовательский журнал
«Прогрессивная экономика»
№ 11 / 2026 https://progressive-economy.ru/vypusk_1/razvitie-metodicheskogo-instrumentariya-oczenki-sovokupnoj-stoimosti-vladeniya-czifrovymi-servisami-na-transporte/
Научная статья / Original article
Шифр научной специальности ВАК: 5.2.3
УДК 338.47.656
DOI: 10.54861/27131211_2026_11_28



РАЗВИТИЕ МЕТОДИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ОЦЕНКИ СОВОКУПНОЙ СТОИМОСТИ ВЛАДЕНИЯ ЦИФРОВЫМИ СЕРВИСАМИ НА ТРАНСПОРТЕ

Харченко П.А., *аспирант, Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва, Россия*
127994, Москва, ул. Образцова, д 9, стр. 9
ORCID: https://orcid.org/0009-0008-2869-5111
e-mail: pakharchenko@gmail.com

Аннотация. В статье предложено развитие методического инструментария оценки совокупной стоимости владения цифровыми сервисами на транспорте, необходимого для управления расходами на цифровые сервисы в транспортной отрасли. Научная новизна исследования заключается в разработке математического инструментария калькуляции затрат на ИТ-инфраструктуру цифровых сервисов. Предложено расширение метода расчета совокупной стоимости владения, предоставляющего базовый методический инструментарий учета и оценки затрат на основе методов Zero-Based Budgeting и Activity-Based Costing. Методологическую базу исследования составляет анализ инвестиций на внедрение цифровых технологий в транспорте на основе данных Росстата в сфере грузовых железнодорожных перевозок. В работе формализован инструментарий для расчета затрат как на собственную инфраструктуру, так и на облачную инфраструктуру, обеспечивающую работоспособность цифрового сервиса. Теоретической базой исследования является обзор существующих исследований цифровой трансформации в транспортной отрасли. Также в статье уточняется классификация цифровых технологий через разграничение их вспомогательной и основной ролей в бизнес-процессах. Практическая значимость исследования заключается в предоставлении математического аппарата для экономического обоснования бюджетов на цифровые сервисы. Результаты исследования формируют методическую основу для калькуляции издержек на цифровые сервисы в транспортной отрасли.

Ключевые слова: цифровые сервисы, цифровая экономика, экономика транспорта, цифровизация транспорта, цифровая трансформация.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Для цитирования: Харченко П.А. Развитие методического инструментария оценки совокупной стоимости владения цифровыми сервисами на транспорте // Прогрессивная экономика. 2026. № 11. С. 28–44. https://doi.org/10.54861/27131211_2026_11_28.

Статья поступила в редакцию: 22.09.2026 г. Одобрена после рецензирования: 30.10.2026 г. Принята к публикации: 02.11.2026 г.

DEVELOPMENT OF METHODOLOGICAL TOOLS FOR ASSESSING THE TOTAL COST OF OWNERSHIP OF DIGITAL SERVICES IN TRANSPORT

Kharchenko P.A., *Postgraduate Student, Russian University of Transport (MIIT), Moscow, Russia*
127994, Moscow, Obraztsova str., 9, building 9
ORCID: https://orcid.org/0009-0008-2869-5111
e-mail: pakharchenko@gmail.com

Abstract. This article proposes the development of a methodological toolkit for assessing the total cost of ownership (TCO) of digital services in the transport sector, which is essential for managing expenditures on such services. The scientific novelty of the research lies in the development of a mathematical framework for calculating the costs associated with the IT infrastructure that supports digital services. The study extends the TCO calculation method by incorporating approaches from Zero-Based Budgeting and Activity-Based Costing to account for and evaluate costs. The methodological foundation of the research is an analysis of investments in the implementation of digital technologies within the transport sector, drawing on Rosstat data regarding freight rail transport. The paper formalizes a toolkit for calculating costs related to both proprietary (on-premises) infrastructure and the cloud infrastructure required for the operation of digital services. The theoretical basis for the study is a review of existing research on digital transformation in the transport industry. Furthermore, the article refines the classification of digital technologies by distinguishing between their auxiliary and primary roles within business processes. The practical significance of the research lies in providing a mathematical framework for the economic justification of budgets for digital services. The findings establish a methodological basis for calculating the costs of digital services within the transport sector.

Keywords: digital services, digital economy, transport economics, digitalization of transport, digital transformation.

JEL classification: L90, L91, R40.

Conflict of interest. The author declares that there is no conflict of interest.

For citation: Kharchenko P.A. (2026). Razvitie metodicheskogo instrumentariya otsenki sovokupnoy stoimosti vladeniya tsifrovymi servisami na transporte [Development of

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

methodological tools for assessing the total cost of ownership of digital services in transport]. Progressivnaya ekonomika [Progressive Economy], 11, 28–44. https://doi.org/10.54861/27131211_2026_11_28. (In Russ., abstract in Eng.)

The article was submitted to the editorial office: 22/09/2026. Approved after review: 30/10/2026. Accepted for publication: 02/11/2026.

Введение

Транспортная отрасль является системообразующей отраслью для государства. Объекты транспортной инфраструктуры и доступность транспортных услуг влияют на развитие и устойчивость экономики. При переходе к цифровой экономике в управлении транспортных компаний кроме физических объектов инфраструктуры появились еще и объекты ИТ-инфраструктуры как совокупность вычислительных средств обеспечивающих работу цифровых технологий на основе которых формируются цифровые сервисы чьей задачей является обеспечение взаимодействия участников транспортно-логистической цепи в виртуальном пространстве с целью обеспечения передачи информации посредством сети Интернет и продвижения материальных благ как итоговой функции грузовых перевозчиков.

Цифровая трансформация транспортного комплекса является стратегическим направлением технологического развития страны. Так правительством принято распоряжение «О стратегическом направлении в области цифровой трансформации транспортной отрасли Российской Федерации до 2030 года» где Минтранс один из ответственных за выполнение программы целями которой являются [1]:

– цифровизация пассажирских перевозок;
– цифровизация грузовых перевозок;
– цифровизация жизненного цикла инфраструктуры и транспортных средств;
– цифровизация управления транспортным комплексом;
– реализация концепции «цифрового бесшовного неба».

Планы по цифровой трансформации являются стартом начала проектов по цифровизации. Сама цифровизация подразумевает под собой процесс перехода от аналогового взаимодействия к цифровому. Следствием необходимости переходить к новому взаимодействию является внедрение совокупности цифровых технологий, что требует значительных инвестиционных вложений в проекты по цифровой трансформации от участников транспортного сектора. Финансовые вложения на внедрение цифровых технологий в 2025 году по виду деятельности «Транспортировка и хранение» достигают 314 миллиардов рублей [2]. Предприятиям, задействованным в транспортной сфере необходимо иметь инструментарий для расчёта затрат на цифровые сервисы, основанных на цифровых

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

технологиях для формирования перечня статей экономически обоснованных затрат.

Целью данного исследования является модификация метода совокупной стоимости владения информационной системой (ИС) для управления расходами на цифровые сервисы в транспортной отрасли. Задачи представленного исследования и соответствующие этапы его проведения включают в себя: обзор исследований в области цифровой трансформации в транспортной отрасли; рассмотрение цифрового сервиса как основного средства производства; расширение расчета совокупной стоимости владения ИС методами Zero-Based Budgeting (ZBB) и Activity-Based Costing (ABC).

Обзор литературы

Исследованиям в области ИТ-технологий и цифровой трансформации посвящено множество научных работ учеными транспортниками. Так в научной работе [3] Н.Ю. Лахметкина, И.В. Щелкунова, Д.А. Рогова рассматривают цифровизацию как возможность сформировать единую информационную среду для всех участников логистической сети. Рассматриваются перспективы использования цифровых платформ, интернета вещей и беспилотного транспорта, одновременно с этим подчеркивается технологическая разрозненность всех заинтересованных в перевозке и контроля ее целостности сторон. Отдельно рассматриваются кадровые вопросы связанные с необходимостью переобучения руководителей и сокращения персонала из-за автоматизации процессов. К.Х. Зоидов, А.А. Медков, З.К. Зоидов в статье [4] рассматривают эволюционную модель цифровой трансформации транспортных коридоров Большой Евразии. Обосновывают разработку и внедрение цифровой транспортно-логистической платформы (НЦТЛП) объединяющей всех участников логистической сети. Платформа позволит снижать трансакционные издержки на взаимодействие заинтересованных сторон, может стать основой для бесшовной интеграции с иностранными логистическими системами для обмена информацией и снижения издержек на перевозку грузов. Авторами приводится пример интеграции с инициативой «Пояс и путь» через проект «Цифровой Шёлковый путь», разработанный Китаем. Отдельное внимание уделяется подготовке кадров и влиянию внедрения искусственного интеллекта (ИИ) на рынок машинистов и технологическому разрыву, заключающимся в том, что крупные транспортные компании, такие как транспортная группа FESCO и

Российские железные дороги (РЖД) имеют более высокий уровень цифровой зрелости в отличии от небольших перевозчиков, сопротивляющихся внедрению технологий из-за их дороговизны, например, с системой электронных перевозочных документов (ЭПД), использование которых стало обязательным. Вопросы связанные с дороговизной внедрения цифровых технологий требуют проработки так как влияют на стоимость тарифов на грузовые перевозки и финансовую устойчивость компаний и отрасли.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Существует мнение что требования к внедрению ИТ-технологий могут привести к закрытию транспортных компаний (средних и малых перевозчиков) из-за невозможности выполнять требования государственных органов власти в части электронного обмена информацией, причиной чего является отсутствие свободных денежных средств, низкий уровень ИТ-культуры, отсутствие компетенций по трансформации процессов. Отдельно поднимаются вопросы, связанные с дороговизной модернизации физической транспортной инфраструктуры для работы с цифровыми технологиями. Так, Е.А. Шитов, И.А. Круглова в своей работе [5] подчеркивают важность развития нормативной базы для внедрения беспилотных технологий, важности затрат на кибербезопасность и высокую капиталоемкость на замену релейной полуавтоматики на микропроцессорную и оснащение всей сети IOT-датчиками железнодорожных путей.

А. Б. Давлятов обращает внимание на разрозненность применяемых ИТ-решений и предлагает развивать централизованные платформы, которые объединяют информацию и обеспечивают взаимодействие пользователей через единое окно [6]. При этом отдельные цифровые технологии часто требуют совместного применения, что ставит перед предприятиями задачи по их интеграции и повышает требования к компетенциям в области ИТ-менеджмента и проектирования ИТ-архитектуры. Один из вариантов такой интеграции рассматривают М. Ю. Артамонов и Д. А. Землянкин [7]. Авторы предлагают создать «Транспортный маркетплейс» – цифровую платформу для участников логистической системы. Для решения вопросов, связанных с загрузкой вагонов и транспортной сети, предполагается использовать технологии определения габаритов грузов, видеоаналитику и интернет вещей. Полученные с их помощью данные должны поступать в объединённую систему цифровых сервисов, обеспечивающую работу платформы.

И. М. Лаврова, О. Г. Чуверина и В. Б. Литовченко рассматривают результаты цифровизации транспортной отрасли, в том числе импортозамещение программного обеспечения, создание корпоративных хранилищ данных и развитие пассажирских сервисов [8]. По приведённым авторами данным, доля цифровых услуг для грузоотправителей увеличилась с 16,3 до 72,4%. Изменения указывают на расширение применения цифровых технологий в отрасли, хотя сами по себе не позволяют оценить цифровую зрелость всех транспортных организаций.

В научных публикациях основное внимание часто уделяется преимуществам цифровизации, тогда как затраты на внедрение и дальнейшую эксплуатацию ИТ-решений рассматриваются менее подробно. Для перевозчиков такие расходы могут оказаться существенными, особенно с учётом длительных сроков окупаемости проектов. Помимо приобретения готового программного продукта или его самостоятельной разработки, предприятия оплачивают лицензии, вычислительные ресурсы, обучение

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

сотрудников и обновление технической документации. Дополнительные расходы возникают при сопровождении программного обеспечения, выпуске новых версий и их внедрении в действующие системы. Для выполнения этих работ перевозчику приходится содержать собственных ИТ-специалистов либо привлекать сотрудников сторонних компаний. Поэтому при оценке экономической целесообразности цифровизации необходимо учитывать затраты на протяжении всего периода использования цифрового сервиса.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что разработка методики управления затратами на цифровые сервисы для транспортных компаний становится актуальной.

Материалы и методы

Теоретическая основа исследования включает в себя теорию транспортных систем, процессный подход к цифровым трансформациям в транспортном секторе и теорию цифровых транспортных платформ. Информационную базу исследования составляет отчет об использовании цифровых технологий в транспортных компаниях, предоставленных Федеральной службой государственной статистики (Росстат), и профильная научная литература, связанная со сферой цифровизации транспорта.

Результаты и обсуждение

Цифровые технологии всё активнее внедряются в транспортной отрасли. На рисунке 1 представлена динамика финансовых вложений в цифровизацию транспорта за 2021–2025 гг., которая позволяет проследить изменение объёмов инвестиций за рассматриваемый период.

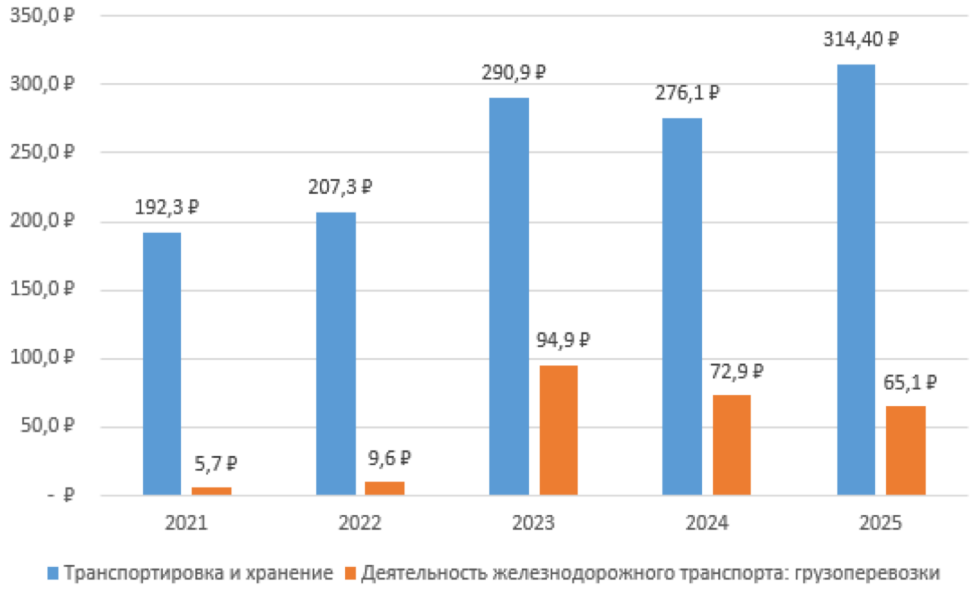


Рис. 1. Затраты на внедрение цифровых технологий в транспортной отрасли

Источник: составлено автором по данным [2]

Fig. 1. Costs of implementing digital technologies in the transport sector

Source: compiled by the author based on [2]

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

На рисунке 1 видно, что среднегодовой рост затрат на внедрение цифровых технологий по виду деятельности транспортировка и хранение составляет примерно 13%. Отдельно рассматривается динамика изменений затрат на внедрение цифровых технологий по виду деятельности грузовых перевозок в железнодорожном транспорте с 5,7 миллиардов рублей в 2021 году до 65,1 миллиардов рублей, инвестированных в 2025 году. Среднегодовой рост финансовых вложений составил примерно 89% к 2025 году. На основе представленных статистических данных видно, что несмотря на внешнеэкономическое давление государство и соучастные компании намерены завершить проекты по цифровизации отрасли с целью получить экономические преимущества и выгоды от использования цифровых технологий.

Цифровые технологии, предоставляющие возможность выполнять различные атомарные операции необходимо внедрять и интегрировать в существующий ИТ-ландшафт организации. Цифровая технология не может жить сама по себе в отрыве от других существующих технологий. Цифровая технология, будучи самостоятельным техническим решением, способна формировать новые функциональные бизнес-способности (ФБС) – при условии, что стоимость интеграции существующих решений превышает потенциальную ценность результата или обеспечить выполнение операций и создание новой функции без интеграции с новой цифровой технологией невозможно. О переходной роли и ценности технологии упоминается в учебном пособии [9]: «Цифровые технологии сегодня перемещаются из разряда вспомогательных средств в класс основных технологий, они позволяют существенно снизить затраты на управление и связь при организации и осуществлении перевозок, повысить качество транспортных и логистических услуг» [9, с. 170]. Автором рассматривается, что, хотя цифровые технологии становятся основой производства и основным инструментом оказания услуг, рассматривать их только со стороны основной технологии не всегда возможно.

Если цифровая технология не способна встроиться в существующие системы, но может выполнять отдельные операции, способствующие снижению когнитивной или физической нагрузки – она становится вспомогательной цифровой технологией. Не возможность каждой отдельной цифровой технологии обеспечить полную автоматизацию процесса или передачи информации, как следствие приводит их к объединению в автоматизированные системы (АС) или информационные системы (ИС) способные выполнять детерминированный цикл работ по автоматизации процессов и хранению информации с применением объединённых цифровых технологий в единую систему.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Для оказания комплексных услуг и формирования исполнения сложных бизнес-процессов для передачи ценностей как внутренним и внешним клиентам формируют цифровые сервисы, которые становятся основной технологий производства. Автором под цифровым сервисом понимается следующие: «Цифровой сервис – это совокупность ИТ-технологий поддерживающих исполнение бизнес-процессов и доставку ценностей компании в цифровой среде для предоставления услуг как внутренним, так и внешним клиентам посредством сети интернет» [10, с. 238]. Таким образом получается, что цифровой сервис является основным средством производства благ и предоставления услуг. Связи с чем встает вопрос о наличии методики управления и учета затрат на цифровой сервис для оценки экономической обоснованности затрат.

Автором первоначально определялся показатель стоимости цифрового сервиса как разница между экономическими эффектами и затратами на протяжении всего жизненного цикла [10]:

$$C_{\text{цс}} = \ Э_{\text{цс}} - (Z_T \ + Z_B)$$

где: $C_{\text{цс}}$ – общая стоимость цифрового сервиса; $Э_{\text{цс}}$ – эффекты от внедрения цифрового сервиса; Z_T – затраты на комплекс технических средств (КТС) и персонала, обеспечивающих разработку и развитие ИТ-системы; Z_B – затраты на ресурсы бизнес-подразделений.

С экономической точки зрения название формулы не является корректным и правильнее именовать рассчитываемый показатель как ценность цифрового сервиса, логично рассчитываем, как разницу между доходом и затратами от цифрового сервиса, как следствие показатель переименован в показатель добавленной ценности цифрового сервиса $ДЦ_{\text{цс}}$. Сами затраты рассчитываются как единый показатель в правой части формулы $Z_T + Z_B$. В данной работе рассматривается дополнение математического инструментария к расчёту затрат на ИТ-инфраструктуру позволяющего рассчитать затратную часть добавленной ценности цифрового сервиса.

Учитывая постоянно растущий бюджет на ИТ-технологии и ИТ-подразделения необходимо понимать на каком этапе и на что требуются финансовые средства для организации работы цифрового сервиса с технической стороны. Стандартом расчета затрат на ИТ является методика совокупной стоимости владения или совокупной стоимости владения ИС (ТСО). В России ученные экономисты занимаются исследованием методики ТСО и ее адаптацией под наши стандарты расчёта затрат. Найти описание и исследование ТСО можно в научных работах таких ученых и практиков как Скрипкин К.Г, Лобанова Н.А, Рыжко А.Л, Демидов А.В, Кучинская Е.О, Карпычева В.Ю, Егорова И.А. и многих других. Так в работе Скрипкина К.Г.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

приводятся так называемые прямые или «бюджетированые» затраты [11, с. 50]:

– капитальные затраты на приобретение оборудования и ПО;
– затраты на управление информационной службой;
– затраты на поддержку и разработку информационных систем;
– затраты на услуги аутсорсинга;
– затраты на закупку расходных материалов;
– обучение персонала и сотрудников ИС.

Также описана категория косвенных затрат т.е. затрат, которые нельзя рассчитать прямым расчетом по количественному или качественному признаку. Данный тип затрат непредвиденный и как правило происходит из-за сбоев в работе системы или не качественной поддержки пользователя. Сейчас такие затраты и потенциальные расходы считают на основе ретроспективы или потенциально возможного события в будущем, которое может привести к репутационным потерям (более значимые для бизнеса нежели финансовые) и денежным потерям, которые можно рассчитать на основе создаваемых событий, например, штрафы за неработоспособность, необходимость дополнительно привлекать подрядчика, потеря клиента. В учебном пособии [12] приведён следующий пример косвенных затрат [12, с. 53]:

– пользовательские затраты (персональная поддержка, неформальное обучение, ошибки и просчеты);
– простои (потеря производительности из-за выхода из строя оборудования или профилактические плановые остановки работы).

Методика ТСО говорит «что считаем» в затраты, но не говорит, как их калькулировать. В работах [12; 13; 14] написанных Демидовым А.В, Рыжко А.Л. и Кувшиновым М.С описан российский вариант модели ТСО для отечественных компаний. Преимуществом модели отечественных ученных является описание затрат типу возникновения: условно-прямые и условно-косвенные. С более подробной детализацией затрат, разделенных на каналы связи, оплату труда сотрудников с учетом налоговых и социальных выплат, затраты на программное обеспечение (ПО), рабочие места, вычислительные коммуникации, электроэнергия и. т.д. При этом суммировать затраты необходимо для каждого этапа жизненного цикла системы. Автором рассматривается добавление в методику расчётов, связанных с детализацией калькуляции вычислительных мощностей и их экономическим обоснованием как часть расчёта затрат на ИТ-составляющую в части компонентов ИТ-инфраструктуры. Основан расчет на применении методов ZBB и ABC. Сами формулы, реализующие калькуляцию затрат в дальнейших исследованиях, станут часть методики расчета экономического обоснования затрат на цифровые сервисы.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Методы ABC и ZBB активно рассматриваются отечественными учеными как способ оптимизации затрат и получения реальной стоимости операции или товара благодаря детализации и обоснованности расчета. Часто упоминается сдерживающий фактор в применении методик – высокие трудозатраты на расчёты. В современном мире с приходом новых технологий и появлением новых видов продукции расчёты будут все усложняться и усложняться за счет появления новых статей затрат и переносов стоимости использования различных материалов. Решать данную проблему должно специализированное ПО помогающие рассчитать затраты. Преимуществом метода в статье [15] под авторством В.В. Акбердиной и Д.С. Ивановой является возможность установление причинно-следственных связей и детализация всех операций с расчетом реальной себестоимости продукции. В работе [16] Чучук Э.С. пишет о необходимости выделения отдельных процессов и поиска драйверов затрат, которые необходимо выделить для ABC калькуляции, что поможет детализировать затраты. Сами затраты необходимо обосновать, рассматривается возможность сделать это через метод ZBB. В научной статье [17] под авторством Ануфриевой А.В., Семиколенова М.Н. преимуществом метода описывается возможность учёта любых затрат от капитальных до маркетинговых снизу-вверх, что позволяет привлекать заинтересованные стороны в подготовку обоснования затрат. В работе [18] Викторовой В.В. и Ковалевой А.А. подчеркивают, что метод обоснования затрат с нуля позволяет обосновать существование различных направлений бизнеса и на этапе расчёта затрат отказываться от проектов, которые явно не принесут дохода в будущем. Как было описано выше реализация применения методов требует высоких трудозатрат и объективности, снизить вероятность появления ошибок и ускорения процессов учета затрат необходимо используя систему расчёта затрат.

Рассмотрим добавление применения перечисленных выше методов в расчет затрат на инфраструктуру на примере расчёта стоимости виртуальной машины (ВМ). Необходимо описать структуру затрат на ВМ, возникающую в результате создания ВМ и необходимых для ее функционирования мощностей. Базовая структура может выглядеть следующим образом:

– стоимость лицензии операционной системы;

– стоимость отдельных вычислительных ресурсов (физическая память, оперативная память и ядра процессора);

– стоимость потребляемой энергии и поддержки работоспособности.

После определения структуры затрат необходимо рассчитать стоимость использования вычислительных мощностей, которые утилизируются виртуальной инфраструктурой цифрового сервиса на основе подхода распределения. Рассчитать распределение можно матричным способом, где

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

$A^{физ}_{ресурсы}$ является матрицей использования вычислительных ресурсов размерностью $n \times m$, где n количество физических серверов и m количество ВМ в составе сервера:

$$A^{физ}_{ресурсы} = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{21} & \cdots & a_{nm} \end{bmatrix} (1)$$

где: $A^{физ}_{ресурсы}$– матрица потребления ресурсов; a_{ij} – объем ресурса выделенного для $j_{вм}$на $i_{сервере}$.

Расчёт общей стоимости ВМ рассчитывается как произведение всех элементов транспонированной матрицы $A^{физ}_{ресурсы}$ с элементом из вектора удельной стоимости вычислительного ресурса (оперативная память, физическая память, ядра процессора) $\overrightarrow{P_r}$. Вектор удельной стоимости ресурса выглядит следующим образом:

$$\overrightarrow{P_r} = \begin{matrix} p_{r,1} \\ \vdots \\ p_{r,n} \end{matrix}$$

где: $\overrightarrow{P_r}$ – вектор удельной стоимости вычислительного ресурса; $p_{r,n}$ – цена на единицу ресурса r на сервере n с учетом амортизации оборудования и затрат на электроэнергию.

Итого получаем что стоимость виртуальной машины равна сложению затрат на все вычислительные ресурсы физического сервера:

$$C_{вм,j} = \sum_{r=1}^{m} \left(\overrightarrow{a_{r,J}} * \overrightarrow{p_r}\right) + C_{лицензия}$$

где: $C_{вм,j}$ – стоимость виртуальной машины j (таким способом можно считать затраты на все физическое оборудование); $\overrightarrow{a_{r,J}}$ – объем ресурса типа r, выделенный для ВМ с номером j; $\overrightarrow{p_r}$ – цена единицы ресурса; $C_{лицензии}$ – стоимость лицензии серверной ОС.

Представленный подход позволяет рассчитывать затраты на ИТ-инфраструктуру и управлять ими через понимания структуры затрат и компонентов участвующих в калькуляции затрат. Расчёт затрат на должен заканчиваться методом экономического обоснования затрат:

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

$$З_{инфра}(t) = И_{инфра} + \sum_{i=1}^{n} С_{инфра,i} * Ф\left(\frac{\overline{Т}(t) - P_{инфра,i}}{\sigma(t)}\right) + \int_0^t \frac{О_{инфра}(\tau)}{(1+r)^{\tau}} d\tau$$

где: $З_{инфра}(t)$ – совокупные затраты на ИТ-инфраструктуру к моменту времени жизни проекта t; $И_{инфра}$ – первоначальные инвестиции в ИТ-инфраструктуру; $С_{инфра,i}$ – стоимость объекта i в составе ИТ-инфраструктуры; $Ф()$ - функция стандартного нормального распределения; $\overline{Т}(t)$ - ожидаемая нагрузка в момент времени t; $Р_{инфра,i}$ - пропускная способность ресурса i; $\sigma(t)$ – стандартное отклонение ожидаемой нагрузки в момент времени t; $О_{инфра}(\tau)$ – операционные затраты в момент в момент τ на поддержание работоспособности инфраструктуры (электричество, охлаждение); r – ставка дисконтирования.

На первом этапе необходимо провести расчет первоначальных инвестиционных вложений в ИТ-инфраструктуру, вероятность необходимости дополнительных финансовых вложений в расширение ИТ-инфраструктуры и изменение стоимости вложений по годам жизни цифрового сервиса. Альтернативой физическим ресурсам находящихся на балансе предприятия могут быть облачные вычислительные ресурсы, которые позволяют перевести капитальные затраты в операционные, считаются затраты с учетом особенностей тарификации используемой облачной технологии. Базовый расчёт затрат на облачную инфраструктуру может выглядеть следующим образом:

$$З_{инфра}^{облако} = \sum_{i=1}^{n} (У_i * Т_i)$$

где: $З_{инфра}^{облако}$ – совокупные затраты за использование облачных технологий; $У_i$ – определенное кол-во использованных услуг i облачного провайдера; $Т_i$ – тариф за использование услуги i.

Обосновать наличие бюджета на вычислительные ресурсы можно с учетом наличия информации о нагрузке на цифровой сервис или при наличии результатов предиктивной аналитики о предполагаемой нагрузки на сервис в будущем:

$$З_{инфра}^{облако} = \sum_{m=1}^{t} \sum_{i=1}^{n} (У_i * К_{m,i} * Т_i)$$

где: $З_{инфра}^{облако}$ – совокупные затраты за использование облачных технологий; $У_i$ – определенное кол-во использованных услуг i облачного

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

провайдера; $Т_i$ – тариф за использование услуги i; $К_{m,i}$ – коэффициент нагрузки для услуги i в месяце m.

Представленный инструментарий позволит расширить методику ТСО в части детализации расчета затрат на инфраструктуру предлагая математический аппарат для калькуляции и учета затрат. Рассматривая представленные формулы, можно увидеть, что первая часть позволяет рассчитать затраты на использование ресурсов от приобретаемого оборудования и ПО, вторая часть на аренду вычислительных ресурсов и ПО у облачного провайдера. В модели ТСО для отечественных компаний разработанные автором формулы могут дополнить формулы калькуляции затрат указанным в работах [12; 13; 14] в части условно-прямых затрат по следующим пунктам: 1.1 Расходы на оборудование и 1.2 Расходы на ПО. Также представленный инструментарий может использоваться для расчёта затрат на цифровой сервис.

Заключение

В результате исследования предложено расширить метод совокупной стоимости владения информационной системой (ТСО) для расчёта затрат на цифровые сервисы транспортных компаний. Анализ существующих подходов показал, что ТСО позволяет определить состав расходов на ИТ-инфраструктуру, однако для расчёта стоимости отдельных вычислительных ресурсов требуется более подробная калькуляция. Для детализации расчётов предложено использовать методы Activity-Based Costing (ABC) и Zero-Based Budgeting (ZBB). На их основе разработаны формулы, позволяющие рассчитывать стоимость виртуальных машин с учётом потребляемых ресурсов, определять затраты на собственную ИТ-инфраструктуру и оценивать потребность в дополнительных вычислительных мощностях. Для облачной инфраструктуры предусмотрен расчёт расходов с учётом тарифов провайдера и изменения нагрузки на цифровой сервис.

Разработанные формулы могут дополнить российскую модель ТСО в части условно-прямых затрат на оборудование и программное обеспечение. Их применение позволит транспортным компаниям определять, из каких компонентов складывается стоимость технического обеспечения цифрового сервиса, и обосновывать планируемые расходы исходя из потребности в ресурсах. Полученные значения также могут использоваться при расчёте добавленной ценности цифрового сервиса, где затраты сопоставляются с экономическими эффектами от его использования. В дальнейшем предложенный подход предполагается включить в методику экономического обоснования затрат на цифровые сервисы транспортных компаний. Для оценки его практической применимости потребуется провести расчёты на данных конкретной организации и сопоставить полученные результаты с действующим порядком планирования ИТ-расходов.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Литература

1. Цифровая трансформация транспортной отрасли Российской Федерации до 2030 года // Министерство транспорта Российской Федерации. URL: https://transport.gov.ru/node/827.

2. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). URL: https://www.rosstat.gov.ru.

3. Лахметкина Н.Ю., Щелкунова И.В., Рогова Д.А. Развитие транспортных систем в цифровой повестке // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2019. № 4. С. 114–120. https://doi.org/10.25198/2077-7175-2019-4-114.

4. Зоидов К. Х., Медков А. А., Зоидов З. К. Концептуальные подходы к моделированию эволюционных процессов цифровой трансформации торговых путей в России и на пространстве Большой Евразии // Региональные проблемы преобразования экономики. 2024. № 12 (170). С. 270–293. https://doi.org/10.26726/rppe2024v12kpmec.

5. Шитов Е. А., Круглова И. А. Цифровая трансформация транспортно-логистических услуг железнодорожных компаний // Kant. 2025. № 3 (56). С. 176–180. https://doi.org/10.24923/2222-243X.2025-56.26.

6. Давлятов А. Б. Цифровая трансформация и управление качеством железнодорожных перевозок на базе современных информационных технологий // Вестник науки и образования. 2025. № 6–3 (161). С. 32–37.

7. Артамонова М. Ю., Землянкин Д. А. Цифровизация контейнерных перевозок на железнодорожном транспорте как новый этап развития логистики в России // Научные проблемы водного транспорта. 2020. № 65. С. 89–99. https://doi.org/10.37890/jwt.vi65.131.

8. Лавров И. М., Чуверина О. Г., Литовченко В. Б. Тенденции применения цифрового инструментария в транспортных системах как аспекты глобального развития экономики // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. 2026. № 2. С. 44–55. https://doi.org/10.24412/2071-6435-2026-2-44-55.

9. Ефимова О. В., Бабошин Е. Б., Загурская С. Г. и др. Процессное управление и цифровые трансформации в транспортном бизнесе: учеб. пособие / под ред. О. В. Ефимовой. М.: Прометей, 2020. 222 с.

10. Харченко П. А. Теоретические аспекты стоимости цифрового сервиса в транспортной отрасли // Прогрессивная экономика. 2026. № 7. С. 233–252. https://doi.org/10.54861/27131211_2026_7_233.

11. Скрипкин К. Г. Экономическая эффективность информационных систем. Москва: ДМК Пресс, 2009. 256 с.

12. Экономика отрасли информационных систем: Учебное пособие / А. Л. Рыжко, Н. М. Лобанова, Н. А. Рыжко, Е. О. Кучинская. 2-е изд., испр. и доп. Москва: Издательство Юрайт, 2020.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

13. Анализ экономической эффективности информационных систем: учебное пособие / М.С. Кувшинов. 2-е изд., перераб. и доп. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2021. 126 с.

14. Демидов А. В. Оценка экономической эффективности ИТ-проектов: учебно-методическое пособие. Москва: Прометей, 2023. 122 с.

15. Акбердина В. В., Иванова Д. С. Особенности применения системы АВС-калькулирования // Вестник Академии знаний. 2022. № 52(5). С. 8–13.

16. Чучук Э. С. АВС-костинг как инструмент совершенствования учета затрат // Аудиторские ведомости. 2024. № 2. С. 13–17. https://doi.org/10.24412/1727-8058-2024-2-13-17.

17. Ануфриева А. В., Семиколенова М. Н. Методика Zero-BasedBudgeting как инструмент совершенствования стратегического бюджетирования // Ломоносовские чтения на Алтае: фундаментальные проблемы науки и образования: Сборник научных статей международной конференции. Барнаул: Алтайский государственный университет, 2017. С. 2465–2468.

18. Викторова В. В., Ковалева А. А. Особенности бюджетирования на нулевой основе // Экономика и социум. 2015. № 1–2 (14). С. 678–681.

References

1. Tsifrovaya transformatsiya transportnoi otrasli Rossiiskoi Federatsii do 2030 goda [Digital transformation of the transport sector of the Russian Federation until 2030]. Ministerstvo transporta Rossiiskoi Federatsii [Ministry of Transport of the Russian Federation]. Retrieved from: https://transport.gov.ru/node/827. (In Russ.)

2. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki (Rosstat) [Federal State Statistics Service (Rosstat)]. Retrieved from: https://www.rosstat.gov.ru. (In Russ.)

3. Lakhmetkina N.Yu., Shchelkunova I.V., Rogova D.A. (2019). Razvitie transportnykh sistem v tsifrovoi povestke [Development of transport systems in the digital agenda]. Intellekt. Innovatsii. Investitsii [Intellect. Innovations. Investments], 4, 114–120. https://doi.org/10.25198/2077-7175-2019-4-114. (In Russ., abstract in Eng.)

4. Zoidov K.Kh., Medkov A.A., Zoidov Z.K. (2024). Kontseptual'nye podkhody k modelirovaniyu evolyutsionnykh protsessov tsifrovoi transformatsii torgovykh putei v Rossii i na prostranstve Bol'shoi Evrazii [Conceptual approaches to modeling evolutionary processes of digital transformation of trade routes in Russia and Greater Eurasia]. Regional'nye problemy preobrazovaniya ekonomiki [Regional Problems of Transforming the Economy], 12(170), 270–293. https://doi.org/10.26726/rppe2024v12kpmec. (In Russ., abstract in Eng.)

5. Shitov E.A., Kruglova I.A. (2025). Tsifrovaya transformatsiya transportno-logisticheskikh uslug zheleznodorozhnykh kompanii [Digital transformation of

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

transport and logistics services of railway companies]. Kant, 3(56), 176–180. https://doi.org/10.24923/2222-243X.2025-56.26. (In Russ., abstract in Eng.)

6. Davlyatov A.B. (2025). Tsifrovaya transformatsiya i upravlenie kachestvom zheleznodorozhnykh perevozok na baze sovremennykh informatsionnykh tekhnologii [Digital transformation and quality management of railway transportation based on modern information technologies]. Vestnik nauki i obrazovaniya [Bulletin of Science and Education], 6–3(161), 32–37. (In Russ., abstract in Eng.)

7. Artamonova M.Yu., Zemlyankin D.A. (2020). Tsifrovizatsiya konteinernykh perevozok na zheleznodorozhnom transporte kak novyi etap razvitiya logistiki v Rossii [Digitalization of container transportation by rail as a new stage in the development of logistics in Russia]. Nauchnye problemy vodnogo transporta [Russian Journal of Water Transport], 65, 89–99. https://doi.org/10.37890/jwt.vi65.131. (In Russ., abstract in Eng.)

8. Lavrov I.M., Chuverina O.G., Litovchenko V.B. (2026). Tendentsii primeneniya tsifrovogo instrumentariya v transportnykh sistemakh kak aspekty global'nogo razvitiya ekonomiki [Trends in the application of digital tools in transport systems as aspects of global economic development]. ETAP: ekonomicheskaya teoriya, analiz, praktika [ETAP: Economic Theory, Analysis, Practice], 2, 44–55. https://doi.org/10.24412/2071-6435-2026-2-44-55. (In Russ., abstract in Eng.)

9. Efimova O.V., Baboshin E.B., Zagurskaya S.G. et al. (2020). Protsessnoe upravlenie i tsifrovye transformatsii v transportnom biznese [Process management and digital transformations in the transport business]. Moscow: Prometei, 222 p. (In Russ.)

10. Kharchenko P.A. (2026). Teoreticheskie aspekty stoimosti tsifrovogo servisa v transportnoi otrasli [Theoretical aspects of the cost of digital services in the transport sector]. Progressivnaya ekonomika [Progressive Economy], 7, 233–252. https://doi.org/10.54861/27131211_2026_7_233. (In Russ., abstract in Eng.)

11. Skripkin K.G. (2009). Ekonomicheskaya effektivnost' informatsionnykh sistem [Economic efficiency of information systems]. Moscow: DMK Press, 256 p. (In Russ.)

12. Ryzhko A.L., Lobanova N.M., Ryzhko N.A., Kuchinskaya E.O. (2020). Ekonomika otrasli informatsionnykh sistem [Economics of the information systems industry]. 2nd ed., rev. and enl. Moscow: Yurait. (In Russ.)

13. Kuvshinov M.S. (2021). Analiz ekonomicheskoi effektivnosti informatsionnykh sistem [Analysis of the economic efficiency of information systems]. 2nd ed., rev. and enl. Chelyabinsk: Izdatel'skii tsentr YuUrGU, 126 p. (In Russ.)

14. Demidov A.V. (2023). Otsenka ekonomicheskoi effektivnosti IT-proektov [Assessment of the economic efficiency of IT projects]. Moscow: Prometei, 122 p. (In Russ.)

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

15. Akberdina V.V., Ivanova D.S. (2022). Osobennosti primeneniya sistemy ABC-kal'kulirovaniya [Features of applying the activity-based costing system]. Vestnik Akademii znanii [Bulletin of the Academy of Knowledge], 52(5), 8–13. (In Russ., abstract in Eng.)

16. Chuchuk E.S. (2024). ABC-kosting kak instrument sovershenstvovaniya ucheta zatrat [Activity-based costing as a tool for improving cost accounting]. Auditorskie vedomosti [Auditor's Bulletin], 2, 13–17. https://doi.org/10.24412/1727-8058-2024-2-13-17. (In Russ., abstract in Eng.)

17. Anufrieva A.V., Semikolenova M.N. (2017). Metodika Zero-Based Budgeting kak instrument sovershenstvovaniya strategicheskogo byudzhetirovaniya [Zero-based budgeting methodology as a tool for improving strategic budgeting]. Lomonosovskie chteniya na Altae: fundamental'nye problemy nauki i obrazovaniya [Lomonosov Readings in Altai: Fundamental Problems of Science and Education]. Barnaul: Altaiskii gosudarstvennyi universitet, 2465–2468. (In Russ.)

18. Viktorova V.V., Kovaleva A.A. (2015). Osobennosti byudzhetirovaniya na nulevoi osnove [Features of zero-based budgeting]. Ekonomika i sotsium [Economy and Society], 1–2(14), 678–681. (In Russ., abstract in Eng.)

© Харченко П.А., 2026

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.