

Концептуальные подходы к оценке эффективности функционирования интеллектуальных транспортных систем

Журавлев Антон Дмитриевич¹, Торопов Николай Юрьевич²

^{1,2} ФАУ «РОСДОРНИИ», Москва, Россия

¹zhuravlev@rosdornii.ru

²toropov@rosdornii.ru

Аннотация. В статье приводится системный анализ научных исследований в области функционирования сложных систем и определены подходы к оценке их эффективности на примере интеллектуальной транспортной системы (ИТС).

Актуальность исследования обусловлена значительным увеличением количества внедряемых в Российской Федерации проектов ИТС и необходимостью их количественной и качественной оценки.

Целью описываемого исследования является выявление и категоризация групп показателей эффективности ИТС, разработка методических подходов к их оценке с учётом специфики ИТС как сложной социотехнической системы.

Проведенный анализ ИТС позволил определить их основные характеристики. Дано авторское определение эффективности ИТС на основе синтеза ключевых понятий из общей теории систем в контексте ИТС. На основе анализа целей создания ИТС и их взаимодействия с внешней метасистемой определены объектные и субъектные показатели эффективности ИТС. Описаны основные группы показателей эффективности ИТС и методические подходы к их оценке.

Выводы статьи подчеркивают важность научно обоснованного анализа и учета всех нюансов в процессе оценки эффективности ИТС, что имеет

практическое значение для дальнейшего развития и оптимизации транспортной отрасли.

Ключевые слова: сложная техническая система, интеллектуальная транспортная система, эффективность, качество, функционирование, оценка соответствия.

Conceptual approaches to evaluating the effectiveness of intelligent transport systems

Zhuravlev A. D. ¹, **Toropov N. Y.** ²

^{1,2} FAI “ROSDORNII”, Moscow, Russia

¹zhuravlev@rosdornii.ru

²toropov@rosdornii.ru

Abstract.

The article provides a systematic analysis of scientific research in the field of complex systems functioning and identifies approaches to assessing their effectiveness using the example of an intelligent transport system (ITS).

The relevance of the study is due to the significant increase in the number of ITS projects implemented in the Russian Federation and the need for their quantitative and qualitative assessment.

The purpose of this study is to identify and categorize groups of ITS performance indicators and develop methodological approaches to their assessment, considering the specific features of ITS as a complex socio-technical system.

The analysis of ITS has allowed us to determine its main characteristics. The article provides an author's definition of ITS efficiency based on the synthesis of key concepts from the general theory of systems in the context of ITS. Based on the analysis of the goals of creating ITS and their interaction with the external meta-system, the article identifies object-based and subject-based indicators of ITS efficiency. The

article also describes the main groups of ITS efficiency indicators and the methodological approaches to their evaluation.

The article's conclusions emphasize the importance of scientifically based analysis and consideration of all aspects in the process of evaluating the efficiency of ITS, which is crucial for the further development and optimization of the transportation industry.

***Keywords:** intelligent transport system, efficiency, functioning, conformity assessment*

Введение

В последние годы в Российской Федерации наблюдается резкое увеличение количественного и качественного состава ИТС на автомобильных дорогах общего пользования и улично-дорожных сетях населенных пунктов. В первую очередь это связано с реализацией мероприятий в рамках национального проекта «Инфраструктура для жизни»¹ (ранее – «Безопасные качественные дороги»). С 2020 года более чем на 61% увеличилось количество субъектов Российской Федерации (с 22 до 57) и на 57% городских агломераций (с 27 до 63), принявших участие в этом мероприятии. Для этого из федерального бюджета за 5 лет накопительным итогом было выделено 25 млрд рублей. Всего по данным систематического ежегодного мониторинга, проводимого ФАУ «РОСДОРНИИ», к 2025 году на автомобильных дорогах в эксплуатации находилось более 120 тысяч единиц оборудования ИТС. Для сравнения: в 2020 году это количество не превышало 55 тысяч единиц оборудования.

Представленная динамика подчеркивает необходимость не только количественной, но и качественной оценки создаваемых проектов ИТС, для чего необходимо проводить оценку эффективности их функционирования.

В научной статье [1] рассмотрены общие подходы к оценке эффективности сложных технических систем (СТС) на примере ИТС и методы их оценки,

¹ Постановление Правительства РФ от 20.12.2017 № 1596 Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие транспортной системы» (с изменениями на 1 октября 2025 года).

определены группы показателей эффективности функционирования любой СТС и предложен концептуальный подход к оценке эффективности ИТС в соответствии с законом иерархических компенсаций Е.А. Седова².

Необходимость определения эффективности ИТС неоднократно отмечалась различными научными исследователями. Первые подходы к методологии оценки эффективности ИТС были сделаны еще в 2006 году [2]. А.Э. Горев в одной из своих последних работ рассматривает эффекты от внедрения ИТС на грузоперевозках [3]. Обоснование комплекса индикаторов эффективности выполненных моделей локальных проектов ИТС и порядок осуществления их мониторинга выполнены в научной работе С.В. Жанказиева [4]. Практические подходы к оценке эффективности на основе архитектуры индикаторов эффективности ИТС были разработаны в нормативных³ и методических⁴ документах.

В последние годы исследователи в области ИТС рассматривали различные аспекты оценки эффективности ИТС: влияние инновационных технологий на повышение эффективности управления транспортными системами [5], необходимость комплексной оценки влияния различных факторов на эффективность ИТС [6], повышение эффективности общественного транспорта за счет внедрения ИТС [7], влияние от внедрения ИТС на изменение социально-экономического развития страны и отдельного региона [8]. Отмечается практическое отсутствие комплексных методик оценки эффективности сложных систем управления [9].

При этом динамика внедрения и особенность практической реализации сервисов ИТС на автомобильных дорогах общего пользования и улично-дорожной сети городских агломераций Российской Федерации требует нового методического подхода к оценке эффективности функционирования ИТС.

² Седов, Е. А. Информационные критерии упорядоченности и сложности организации структуры систем / Е. А. Седов // Системная концепция информационных процессов. – 1988. – № 3.

³ ПНСТ 514-2021 Интеллектуальные транспортные системы. Требования к технико-экономическому обоснованию создания интеллектуальных транспортных систем на автомобильных дорогах.

⁴ ОДМ 218.9.011-2016 Рекомендации по выполнению обоснования интеллектуальных транспортных систем.

Описанная в данной статье работа продолжает исследование эффективности функционирования ИТС и направлена на выявление и категоризацию групп показателей эффективности ИТС и подходов к их оценке.

Материалы и методы исследования

При рассмотрении существующих попыток оценки эффективности ИТС Российской Федерации очевидно, что большинство из них основано на экономических критериях. Это объясняется преобладающим в настоящее время подходом к оценке процесса по величине его рентабельности, то есть по отношению нормы прибыли к издержкам производства или к стоимости всего вложенного капитала и, соответственно, более проработанными механизмами такой оценки.

Более системный подход к определению эффективности систем и процессов содержат труды по тектологии А.А. Богданова, по праксеологии Т. Котарбинского и по квалиметрии Г.Г. Азгальдова. Интересные выводы в этом направлении сделал Г.С. Альтшуллер в своей Теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) при разработке законов развития технических систем.

Понятие всеобщей организационной науки или тектологии ввел Богданов А.А. в начале XX века. В своем главном труде⁵ ученый исследовал общие закономерности строения, функционирования и преобразования любых систем на основе систематизации организационного опыта индуктивными методами.

Эффективность функционирования системы оценивается не как простое отношение результата к затратам, а как мера ее организационной способности, устойчивости и динамики. Эффективность любой системы определяется тем, насколько успешно она достигает своей цели. При этом цель рассматривается как динамичный элемент системы, а не как статичный показатель.

Цель должна быть «легитимной», т.е. определяться внутренними связями и потребностями самой системы. Сама система эффективна, если она обладает

⁵ Всеобщая организационная наука (тектология) : [В 3-х ч.] / А. Богданов. Ч. 1 / 20 см. — Л.; М. : Книга, 1925-1929, 1925. — 300 с.

способностью к достижению цели, а ее структура и процессы оптимально подстроены для движения к цели, минимизируя потери.

Основным критерием устойчивости и эффективности является «закон наименьших», по которому эффективность системы в целом не может быть выше эффективности ее наименьшего элемента. Чтобы повысить эффективность системы, необходимо не усиливать уже сильные элементы, а выявлять и укреплять слабые. Это делает систему более сбалансированной и, следовательно, более эффективной и устойчивой.

Еще одним результатом оценки эффективности системы в динамике является ее способность справляться с изменениями и кризисами, а также – способность к «подбору» положительному (усвоение полезных элементов извне) и отрицательному (отбрасывание вредных или ненужных элементов).

Сочетание всех критериев эффективности системы должно быть не простой суммой, а «конъюгацией», т.е. таким соединением тектологических комплексов, ведущим к образованию новых форм, где целое больше суммы частей.

Таким образом, эффективность по Богданову – это максимальные организационные целостность, устойчивость и способность к развитию системы в условиях постоянных изменений и внешних воздействий.

Праксеология представляет собой научную дисциплину, стремящуюся к систематизации и обобщению знаний об организации эффективной деятельности. Используя разнообразные методы исследования, основанные на анализе практического опыта, праксеология ставит своей целью выработку универсальных норм и принципов, способствующих повышению продуктивности и целесообразности действий как на индивидуальном, так и на коллективном уровне, независимо от специфики конкретной области деятельности.

В «Трактате о хорошей работе»⁶ Тадеуш Котарбинский предлагает оценку любой деятельности делать на основе критериев успешности, полезности и целесообразности действия с точки зрения достижения поставленной цели. Для более тонкой настройки оценки вводится дополнительный критерий степени точности в выполнении намеченной цели. Таким образом, понятие оценки деятельности по Котарбинскому содержит критерий целесообразности и имеет количественную градацию оценки.

Основоположителем квалиметрии является наш соотечественник Г.Г. Азгальдов. Квалиметрия (от лат. *qualis* — «какой по качеству» и греч. *μετρώ* — «мерить, измерять») – это научное направление, изучающее методологию и проблематику комплексной количественной оценки качества объектов любой природы.

В трудах по основам квалиметрии⁷ автор разделяет понятия «эффект» и «эффективность». Эффект – это результаты, которые достигаются при использовании объекта. Эффект может выражаться показателями полезности, качества, потребительской стоимости, вероятности выполнения поставленной задачи, а также показателем одного из свойств объекта (например, производительности) или одного из свойств надежности (например, долговечности).

Эффективность связана с понятием «качества» и более широким понятием «полезности». Эффективность – это величина, характеризующая затраты, приходящиеся на создание объекта, обладающего полезностью (или обратная ей величина).

Существует много разновидностей понятия «эффективность»: экономическая, техническая, боевая, политическая, социальная, эффективность общественного производства и т. д. Но во всех этих случаях эффективность на

⁶ Котарбинский, Т. Трактат о хорошей работе / пер. с польск. Л. В. Васильева, В. И. Соколовского ; науч. ред. Г.Х. Попов. — Москва : Экономика, 1975. — 271 с.

⁷ Азгальдов Г. Г. Теория и практика оценки качества товаров (основы квалиметрии): Монография. М.: Экономика, 1982. 168 с. 2.

практике – это комплексная характеристика, аккумулирующая в себе информацию о результатах и затратах на их достижение при условии полезности.

Более поздние исследователи в области квалиметрии [10] вводят дополнительную классификацию показателей оценки эффективности на единичные, комплексные, интегральные и обобщенные.

Единичный и комплексный показатели оценки эффективности относятся соответственно к одному или нескольким свойствам системы, интегральный показатель отражает соотношение суммарного положительного эффекта от эксплуатации системы и суммарных затрат на ее разработку, а обобщенный показатель оценивает всю совокупность ее свойств, по которой принято решение оценивать эффективность системы.

Таким образом эффективность системы в квалиметрии – это совокупность свойств системы, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности пользователя в соответствии с назначением и характеризующих степень достижения заданной цели.

Важным прикладным выводом из анализа практики оценки качества продукции является необходимость учитывать при определении эффективности всю совокупность разновидностей эффективности системы. Необходимость такого комплексного анализа подтверждается и в настоящее время при оценке эффективности СТС.

ТРИЗ Альтшуллера Г.С., по сути, не является научной дисциплиной, но разработанные автором механизмы совершенствования технических систем⁸ [19] носят настолько общий и системный характер, что могут быть применены для научных исследований.

В частности, «закон полноты частей системы» созвучен с «законом наименьших» Богданова А.А. и говорит о наличии и минимальной работоспособности основных частей технической системы как необходимом и принципиальном условии ее жизнеспособности.

⁸ Альтшуллер, Г. С. Творчество как точная наука : монография / Г. С. Альтшуллер. - Москва : Советское радио, 1979. - 179 с .

«Закон перехода в надсистему» помогает классифицировать сложную техническую систему с учетом динамики и тенденций ее развития, а «закон увеличения степени вепольности» позволяет учитывать при оценке эффективности системы изменения ее внутренних и внешних связей.

Перечисленные выше труды в целом определяют подходы к пониманию эффективности любой системы (организационной, технической и т.п.), но для конкретной системы – ИТС требуется дополнительное исследование.

Результаты исследования и их обсуждение

Используя методологию, предложенную перечисленными выше авторами, для анализа социотехнической системы [11], каковой является ИТС (т.к. она состоит из технической части, обслуживающего персонала, внешней взаимодействующей среды и организационного дизайна, а также связана со сложными экономическими и социальными процессами, направленными на выполнение транспортной работы при условии повышения безопасности жизнедеятельности и социальной удовлетворенности населения), мы можем сделать несколько основополагающих предположений:

- ИТС является сложной системой, основанной на иерархической функциональной архитектуре, обеспечивающей решение большого количества задач, в том числе – по повышению безопасности и эффективности организации дорожного движения, мобильности и комфортности его участников, снижению уровня загрязнения окружающей среды от транспортных процессов, обеспечению процессов содержания автомобильной дороги;
- ИТС является открытой системой, функционирующей в метасистеме и обменивающейся информацией с внешней средой;
- входящие в состав ИТС компоненты (интеграционная платформа, подсистемы, элементы) в свою очередь являются сложными техническими системами и обладают большим количеством разнородных технических характеристик;

- компоненты ИТС имеют большое количество вертикальных и горизонтальных связей, обеспечивающих информационный обмен внутри системы и с внешней метасистемой.

Таким образом, эффективность функционирования ИТС, как степень достижения целей, поставленных при её создании, является:

- динамично изменяющейся величиной;
- функцией полезности, качества, ресурсоотдачи, производительности и надежности;
- вероятностной характеристикой;
- комплексной характеристикой на основе показателей качества (единичных, комплексных, интегральных и обобщенных).

Перечисленные категории являются важными при разработке математического аппарата оценки эффективности ИТС. Например, представление эффективности ИТС в виде временных функциональных рядов и определение аналитическими методами параметров их структуры: долгосрочных тенденций развития, случайных отклонений и циклических колебаний.

Таким образом, под эффективностью ИТС следует понимать комплексную многокритериальную иерархически структурированную характеристику, отражающую степень достижения системой целевых показателей при оптимальном соотношении затрат и полезных эффектов на всех уровнях функционирования, а также показывающую степень влияния ИТС на транспортную инфраструктуру и окружающую среду в пределах заданных критериев.

В зависимости от представления ИТС как самостоятельного объекта или как субъекта внешней метасистемы можно определить критерии оценки эффективности ее функционирования.

В проведенном ранее исследовании [1] были определены три группы показателей эффективности функционирования ИТС. Для оценки функционирования ИТС как самостоятельного объекта, являющегося сложной

технической системой, применимы две первые группы: показатели качества и надежности. Итоговый перечень внутренних показателей эффективности ИТС представлен на рис. 1. Номенклатура показателей надежности принята в соответствии с ГОСТ 27.002-2015⁹.

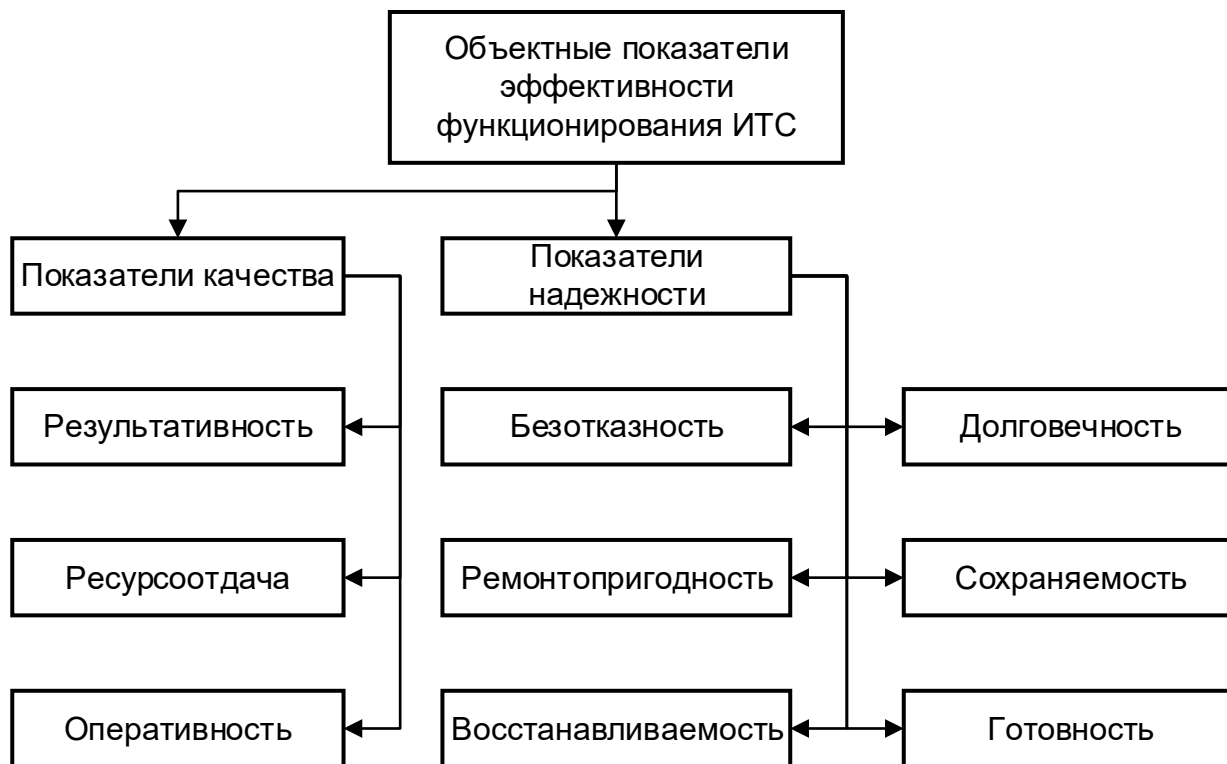


Рис. 1. Объектные показатели эффективности ИТС
(составлено авторами)

Субъектные показатели эффективности ИТС определяются степенью их влияния на свойства метасистемы. Воздействие ИТС на внешнюю метасистему обусловлено местом ИТС как интеллектуальной надстройкой транспортной системы и определяется целями и задачами транспортной системы в целом. При этом внешней метасистемой для ИТС является как сама транспортная система, так и окружающая ее среда.

Цели функционирования ИТС с точки зрения полезности для пользователей совпадают с ее сервисными доменами. Международный стандарт¹⁰ определяет десять сервисных доменов:

⁹ ГОСТ 27.002-2015 Надежность в технике (ССНТ). Термины и определения.

¹⁰ ISO 14813-1:2024(E) «Intelligent transport systems – Reference model architecture(s) for the ITS sector – Part 1: ITS service domains, service groups and services».

- 1) Информирование пользователей.
- 2) Управление дорожным движением и содержанием дорог.
- 3) Помощь водителю транспортного средства.
- 4) Управление коммерческим автопарком и перевозкой грузов.
- 5) Управление общественным транспортом.
- 6) Помощь службам экстренного реагирования.
- 7) Оплата транспортных услуг.
- 8) Мониторинг погодных условий и состояния окружающей среды.
- 9) Управление и координация реагирования на стихийные бедствия.
- 10) Транспортное моделирование и мониторинг.

В ГОСТ Р 56294-2014¹¹ упоминаются следующие цели ИТС:

- обеспечение безопасности дорожного движения;
- обеспечение номинальной пропускной способности;
- оптимизация транспортного процесса;
- поддержание заданного уровня содержания дорожного полотна и элементов дорожной инфраструктуры;
- предоставление различных сервисных услуг пользователям транспортной системы;
- формирование заданного поведения участников дорожного движения и культуры вождения.

Методическим документом Минтранса России¹² определены стратегические цели создания ИТС – удовлетворение возрастающего спроса на пассажирские и грузовые перевозки, достижение транспортного баланса между пропускной способностью УДС и ее реальной загрузкой, обеспечение

¹¹ ГОСТ Р 56294-2014 «Интеллектуальные транспортные системы. Требования к функциональной и физической архитектурам интеллектуальных транспортных систем».

¹² Распоряжение Минтранса России от 27.04.2024 № АК-95-р «Об утверждении Методических рекомендаций по разработке заявок (включая локальные проекты по созданию и модернизации интеллектуальных транспортных систем) субъектов Российской Федерации на получение субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации в целях реализации мероприятия «Внедрены интеллектуальные транспортные системы, предусматривающие автоматизацию процессов управления дорожным движением в городских агломерациях, включающих города с населением свыше 300 тысяч человек» в рамках федерального проекта «Общесистемные меры развития дорожного хозяйства» государственной программы Российской Федерации «Развитие транспортной системы».

безопасности перевозок и дорожного движения в целом, а также снижение объемов выбросов загрязняющих веществ.

На основе анализа приведенных выше документов можно сформулировать общие цели функционирования ИТС следующим образом:

- обеспечение эффективности организации дорожного движения;
- обеспечение безопасности дорожного движения;
- управление грузопассажирскими перевозками (транспортная логистика);
- обеспечение содержания дорог;
- предотвращение негативного воздействия транспорта на окружающую среду;
- улучшение транспортного обслуживания населения.

При взаимодействии ИТС с внешней метасистемой ее эффективность в первую очередь определяется группой показателей, оценивающих влияние ИТС на организацию и безопасность дорожного движения, на содержание автомобильной дороги и на транспортную логистику. Для окружающей природной и техносферной сред – это группа показателей, оценивающих экологическое воздействие транспорта на окружающую среду. Для социальной среды – это группа показателей, оценивающих воздействие ИТС на общество. Отдельной группой субъектных показателей является экономическая эффективность.

Исходя из изложенного выше, ИТС будет эффективной, если она успешно достигает поставленных целей. Для оценки эффективности ИТС необходимо определить критерии успешности достижения заявленных целей. При этом, оценка эффективности ИТС должна:

- проводиться как для отдельных компонентов ИТС и связей между ними, так и для комплекса компонентов и всей системы в целом;
- учитывать работу системы в условиях постоянных изменений и внешних воздействий;
- учитывать иерархическую структуру ИТС и предусматривать критерии для местного, регионального и федерального уровней;
- иметь количественную градацию.

Эффективность организации дорожного движения определяется потерями времени при движении участников дорожного движения¹³ и зависит в первую очередь от правильного использования технических средств организации дорожного движения.

Из комплекса мероприятий, направленных на повышение безопасности дорожного движения, непосредственно к ИТС относятся: деятельность по организации дорожного движения, информирование граждан о правилах и требованиях в области обеспечения безопасности дорожного движения, инструментальное обеспечение контроля за соблюдением участниками дорожного движения требований законодательства Российской Федерации к безопасности дорожного движения. Важным требованием по обеспечению безопасности дорожного движения является необходимость соответствия автомобильных дорог требованиям технических регламентов и документов по стандартизации.

Всеми вопросами перевозки пассажиров и грузов занимается транспортная логистика. Эффективность транспортной логистики оценивается по экономическим, временным и качественным критериям.

Содержание дорог характеризуется их эксплуатационным состоянием, допустимом по условиям обеспечения безопасности дорожного движения.

Основными негативными факторами воздействия автотранспорта на окружающую среду являются выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и шумовое загрязнение.

Оценка социальных факторов при развитии транспортной системы в настоящее время проработана недостаточно. Исследователи эффективности регулирования процесса развития транспортной системы отмечают в первую очередь качество и доступность транспортных услуг при условии обеспечения их безопасности [12]. В таком случае оптимальным критерием можно считать

¹³ Федеральный закон от 29.12.2017 № 443-ФЗ «Об организации дорожного движения в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации (с изменениями на 8 августа 2024 года) (редакция, действующая с 1 марта 2025 года)».

удовлетворение социальных ожиданий пользователей транспортной системы по критериям мобильности и комфортности.

Графически предложенная градация субъектных показателей эффективности ИТС представлена на рис. 2. Перечень показателей эффективности определяется на основе нормативных документов и результатов научных исследований (таблица 1).

Таблица 1

Субъектные показатели эффективности

Наименование группы показателей	Нормативный документ
Показатели организации дорожного движения (ОДД)	Федеральный закон от 29.12.2017 № 443-ФЗ «Об организации дорожного движения в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» Постановление Правительства РФ от 16.11.2018 № 1379 «Об утверждении Правил определения основных параметров дорожного движения и ведения их учета»
Показатели безопасности дорожного движения	Федеральный закон от 10.12.1995 № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения»
Транспортно-логистические показатели	Федеральный закон от 30.06.2003 № 87-ФЗ «О транспортно-экспедиционной деятельности» Постановление Правительства РФ от 08.09.2006 № 554 «Об утверждении Правил транспортно-экспедиционной деятельности»
Показатели уровня содержания автомобильных дорог	ГОСТ 33220-2015 «Дороги автомобильные общего пользования. Требования к эксплуатационному состоянию» ГОСТ Р 50597-2017 «Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля»
Экологические показатели	Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» Технический регламент Таможенного союза от 09.12.2011 № 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств» ГОСТ Р 59205-2021 «Дороги автомобильные общего пользования. Охрана окружающей среды. Технические требования» ГОСТ Р 56162-2019 «Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу потоками автотранспортных средств на автомобильных дорогах разной категории» ГОСТ 31295.2-2005 (ИСО 9613-2:1996) «Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета»

Социальные показатели	<p>Распоряжение Правительства РФ от 27.11.2021 № 3363-р «О Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года»</p> <p>ГОСТ Р 51006-96 «Услуги транспортные. Термины и определения»</p>
Экономические показатели	<p>Федеральный закон от 08.11.2007 № 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»</p> <p>Распоряжение Минтранса России от 14.03.2008 № АМ-23-р О введении в действие Методических рекомендаций «Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте»</p> <p>Распоряжение Министерства транспорта РФ от 28.03.2014 № МС-25-р «Об утверждении Методических рекомендаций по определению стоимости работ по содержанию автомобильных дорог федерального значения»</p>

Перечень показателей не является окончательным и может быть дополнен.



Рис. 2. Субъектные показатели эффективности ИТС
(составлено авторами)

Несмотря на кажущийся значительным перевес субъектных показателей эффективности ИТС над объектными, данные категории взаимосвязаны, т.к. обеспечить положительные внешние эффекты система может только при условии собственной качественной и надежной работы.

Выводы

В данной статье авторы показали, что ИТС является сложной иерархической многофункциональной системой, обладающей собственными характеристиками и влияющей на транспортную инфраструктуру и окружающую среду.

Эффективность функционирования ИТС зависит от объектных и субъектных показателей.

Предложенный авторами комплексный многокритериальный подход к оценке эффективности функционирования ИТС позволяет декомпозировать эту задачу для разработки частных показателей эффективности и определения их интегральной оценки.

Список источников

1. Анохов, И. В. Оценка эффективности сложных технических систем на примере интеллектуальных транспортных систем / И. В. Анохов, Н. Ю. Торопов // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. – 2024. – № 3(41). – EDN OELJJO.
2. Горев, А. Э. Развитие сервисов ИТС для повышения эффективности грузовых перевозок / А. Э. Горев, О. В. Попова // Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта. – 2016. – № 1. – С. 21-26. – EDN ZIOMCN.
3. Пржибыл, П. Методы оценки эффективности интеллектуальных транспортных систем / П. Пржибыл, А. Э. Горев, Е. Г. Ногова // Вестник гражданских инженеров. – 2006. – № 4(9). – С. 68-73. – EDN JWQSTP.
4. Жанказиев, С. В. Научные основы и методология формирования интеллектуальных транспортных систем в автомобильно-дорожных комплексах городов и регионов : специальность 05.22.01 "Транспортные и транспортно-

технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте" : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Жанказиев Султан Владимирович. – Москва, 2012. – 451 с. – EDN SULTBP.

5. Щеликова, Н. Ю. Повышение эффективности управления в сфере транспорта: интеграция интеллектуальных технологий и анализ их воздействия / Н. Ю. Щеликова // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – 2025. – № 1(24). – С. 180-185. – EDN ХХКФЗО.

6. Ефимов, А. А. Интеллектуальные транспортные системы: перспективы, эффективность и проблемы / А. А. Ефимов, К. С. Медведева // International Journal of Advanced Studies. – 2025. – Т. 15, № 1. – С. 132-150. – DOI 10.12731/2227-930X-2025-15-1-349. – EDN YPPJЮ.

7. Ходоскин, Д. П. Повышение эффективности работы общественного транспорта с помощью интеллектуальных транспортных систем / Д. П. Ходоскин, Д. В. Матышева // Актуальные вопросы управления: новые тренды цифровой среды : сборник материалов I Международной научно-практической конференции, Москва, 15–18 ноября 2024 года. – Москва: Издательский дом "Научная библиотека", 2024. – С. 549-554. – EDN PQAYDM.

8. Гребенкина, С. А. Интеллектуальные транспортные системы как фактор социально-экономического развития / С. А. Гребенкина, И. А. Гребенкина, А. Л. Благодир // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. – 2020. – № 2. – С. 317-329. – DOI 10.15593/2224-9354/2020.2.23. – EDN WUZLHA.

9. Абдуллах, Х. Ф. Методы оценки эффективности систем управления / Х. Ф. Абдуллах // Вестник университета. – 2025. – № 6. – С. 5-15. – DOI 10.26425/1816-4277-2025-6-5-15. – EDN KQGYNU.

10. Белый, В. М. Принципы квалиметрии и оценка эффективности информационных систем и технологий / В. М. Белый // Прикладная информатика. – 2013. – № 3(45). – С. 111-121. – EDN QBPWTL.

11. Бурланков, С. П. Основные понятия и классификация социотехнических, технико-экономических и социально-экономических систем / С. П. Бурланков, П. С. Бурланков, А. О. Скворцов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. – 2017. – № 2(42). – С. 169-183. – DOI 10.21685/2072-3016-2017-2-17. – EDN ZTPGVN.

12. Карасев, О. И. Факторы эффективности транспортной политики города / О. И. Карасев, А. О. Кривцова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. – 2019. – № 2. – С. 22-28. – EDN VGLNWB.

References

1. Postanovlenie Pravitelstva RF ot 20.12.2017 № 1596 «Ob utverzhdenii gosudarstvennoj programmy Rossijskoj Federacii «Razvitie transportnoj sistemy» (s izmeneniyami na 1 oktyabrya 2025 goda) (On approval of the State program of the Russian Federation "Development of the Transport System" (as amended on October 1, 2025))».

2. Anoxov I.V., Toropov N.Yu. *Ocenka effektivnosti slozhnyx texnicheskix sistem na primere intellektualnyx transportnyx sistem* (Evaluation of the effectiveness of complex technical systems using the example of intelligent transport systems) Avtomobil. Doroga. Infrastruktura. 2024. №3 (41).

3. Sedov, E. A. *Informacionnye kriterii uporyadochennosti i slozhnosti organizacii struktury sistem* (Information criteria for the order and complexity of the organization of the system structure) Sistemnaya koncepciya informacionnyx processov. 1988. № 3.

4. Gorev, A. E., Popova O. V. *Razvitie servisov ITS dlya povysheniya effektivnosti gruzovyx perevozok* (Development of ITS services to improve freight

transportation efficiency) Vestnik Doneczkoj akademii avtomobilnogo transporta. 2016. № 1. S. 21-26.

5. P. Przhibyl, A. E. Gorev, E. G. Nogova. *Metody ocenki effektivnosti intellektualnyx transportnyx sistem* (Methods for evaluating the effectiveness of intelligent transport systems) Vestnik grazhdanskix inzhenerov. 2006. № 4(9). S. 68-73.

6. Zhankaziev, S. V. *Nauchnye osnovy i metodologiya formirovaniya intellektualnyx transportnyx sistem v avtomobilno-dorozhnyx kompleksax gorodov i regionov* (Scientific foundations and methodology of formation of intelligent transport systems in automobile and road complexes of cities and regions), Candidate's thesis, Moscow, MADI, 2012, 451 p.

7. Intellektualnye transportnye sistemy. Trebovaniya k tekhniko-ekonomicheskomu obosnovaniyu sozdaniya intellektualnyx transportnyx sistem na avtomobilnyx dorogax PNST 514-2021 (Intelligent transportation systems. Requirements for the feasibility study of the creation of intelligent transport systems on highways, preliminary national standard 514-2021).

8. Rekomendacii po vypolneniyu obosnovaniya intellektualnyx transportnyx sistem ODM 218.9.011-2016 (Recommendations for the implementation of the rationale for intelligent transport systems, industry-specific road recommendations 218.9.011-2016).

9. Shhelikova, N. Yu. *Povyshenie effektivnosti upravleniya v sfere transporta: integraciya intellektualnyx tekhnologij i analiz ix vozdejstviya* (Improving management efficiency in the field of transport: integration of intelligent technologies and analysis of their impact) Konstruirovaniye, ispolzovaniye i nadezhnost mashin selskoxozyajstvennogo naznacheniya. 2025. № 1(24). S. 180-185.

10. Efimov A.A., Medvedeva K.S. *Intellektualnye transportnye sistemy: perspektivy, effektivnost i problemy* (Intelligent transportation systems: prospects, effectiveness, and challenges) IJAS. 2025. №1.

11. D. P. Xodoskin, D. V. Matysheva *Povyshenie effektivnosti raboty obshhestvennogo transporta s pomoshhyu intellektualnyx transportnyx sistem*

(Improving the efficiency of public transport through intelligent transport systems)
Aktualnye voprosy upravleniya: novye trendy cifrovoj sredy : sbornik materialov I
Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Moskva, 15–18 noyabrya 2024
goda. Moskva: Izdatelskij dom Nauchnaya biblioteka, 2024. S. 549-554.

12. Grebenkina S. A., Grebenkina I. A., Blagodir A. L. *Intellektualnye transportnye sistemy kak faktor socialno-ekonomicheskogo razvitiya* (Intelligent transport systems as a factor of socio-economic development), Vestnik PNIPU. Socialno-ekonomicheskie nauki. 2020. №2.

13. Abdullax X.F. *Metody ocenki effektivnosti sistem upravleniya* (Methods for evaluating the effectiveness of management systems) Vestnik universiteta. 2025. № 6. S. 5–15.

14. Karl Marks. Kapital. *Kritika politicheskoy ekonomii* (Criticism of political economy); Izd. pod red. [i s predisl., s. F. Engelsa]. - Moskva : Politizdat, 1984. T. 2, kn. 2: Process obrashheniya kapitala, Izd. pod red. [i s predisl., s. F. Engelsa. - 1984. - 650 s.

15. A. Bogdanov. *Vseobshhaya organizacionnaya nauka (tektologiya)* (General Organizational Science (tectology)) V 3-x ch. 3. izd., zanovo pererab. i dop. - L.; M. : Kniga, 1925-1929. - 20 sm.

16. Kotarbinskij, Tadeush. *Traktat o xoroshej rabote* (A treatise on good work) Moskva : Ekonomika, 1975. 269 s.; 20 sm.

17. Azgaldov, Garri Gajkovich (1931). *Teoriya i praktika ocenki kachestva tovarov (Osnovy kvalimetrii)* (Theory and practice of assessing the quality of goods (Fundamentals of qualimetry)) Moskva : Ekonomika, 1982. 256 s. : 21 sm.

18. Belyj V.M. *Principy kvalimetrii i ocenka effektivnosti informacionnyx sistem i texnologij* (Principles of qualimetry and evaluation of the effectiveness of information systems and technologies) Prikladnaya informatika. 2013. №3 (45).

19. Altshuller G. S. «*Tvorchestvo kak tochnaya nauka*» (Creativity as an exact science) M.: «Sovetskoe radio», 1979, s. 122–127.

20. Burlankov S.P., Burlankov P.S, Skvorczov A.O. *Osnovnye ponyatiya i klassifikaciya sociotexnicheskix, texniko-ekonomicheskix i socialno-ekonomicheskix*

sistem (Basic concepts and classification of sociotechnical, techno-economic and socio-economic systems) Izvestiya VUZov. Povolzhskij region. Obshhestvennyye nauki. 2017. №2 (42).

21. Nadezhnost v texnike (SSNT). Terminy i opredeleniya. GOST 27.002-2015 (Reliability in engineering. Terms and definitions. State Standart 27.002-2015).

22. ISO 14813-1:2024(E) Intelligent transport systems - Reference model architecture(s) for the ITS sector - Part 1: ITS service domains, service groups and services.

23. Intellektualnye transportnye sistemy. Trebovaniya k funkcionalnoj i fizicheskoj arxitekturam intellektualnyx transportnyx sistem. GOST R 56294-2014 (Intelligent transportation systems. Requirements for functional and physical architectures of intelligent transport systems. State Standart R 56294-2014).

24. Rasporyazhenie Mintransa Rossii ot 27.04.2024 № AK-95-r «Ob utverzhdenii Metodicheskix rekomendacij po razrabotke zayavok (vklyuchaya lokalnye proekty po sozdaniyu i modernizacii intellektualnyx transportnyx sistem) subektov Rossijskoj Federacii na poluchenie subsidij iz federalnogo byudzheta byudzheta subektov Rossijskoj Federacii v celyax realizacii meropriyatiya «Vnedreny intellektualnye transportnye sistemy, predusmatrivayushhie avtomatizaciyu processov upravleniya dorozhnym dvizheniem v gorodskix aglomeracijax, vklyuchayushhix goroda s naseleniem svyshe 300 tysyach chelovek» v ramkax federalnogo proekta «Obshhesistemnye mery razvitiya dorozhnogo xozyajstva» gosudarstvennoj programmy Rossijskoj Federacii «Razvitie transportnoj sistemy»» (Decree of the Ministry of Transport of the Russian Federation dated 04/27/2024 No. AK-95-r "On approval of Methodological Recommendations for the development of applications (including local Projects for the creation and modernization of intelligent transport systems) of the subjects of the Russian Federation for Subsidies from the Federal Budget to the budgets of the subjects of the Russian Federation in order to implement the event "Intelligent transport systems have been introduced, providing automation of traffic management processes in urban agglomerations, including cities with a population of over 300,000 people" within the

framework of the federal project "System-wide measures for the development of road infrastructure" of the state program of the Russian Federation "Development of the Transport System".).

25. Federalnyj zakon ot 29.12.2017 № 443-FZ «Ob organizacii dorozhnogo dvizheniya v Rossijskoj Federacii i o vnesenii izmenenij v otdelnye zakonodatelnye akty Rossijskoj Federacii» (Federal Law No. 443-FZ dated December 29, 2017 "On the Organization of Traffic in the Russian Federation and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation (as amended on August 8, 2024) (as amended from March 1, 2025)").

26. Karasev O. I., Krivczova A. O. *Faktory effektivnosti transportnoj politiki goroda* (Factors of the effectiveness of the city's transport policy) Vestnik VGU. Seriya: Ekonomika i upravlenie. 2019. №2.

Информация об авторах

А.Д. Журавлев

Заместитель генерального директора

ФАУ «РОСДОРНИИ», 125493, г. Москва, ул. Смольная, д.2

Н.Ю. Торопов

Заместитель директора департамента цифровой трансформации

ФАУ «РОСДОРНИИ», 125493, г. Москва, ул. Смольная, д.2

Information about the authors

A.D. Zhuravlev

Deputy Director General

FAI «ROSDORNII», 125493, Moscow, Smolnaya str., 2

N.Yu. Toropov

Deputy Director of the Digital Transformation Department

FAI «ROSDORNII», 125493, Moscow, Smolnaya str., 2