

Анализ методов оценки эффективности различных технологий управления дорожным движением

А.С. Сухоченков, к.э.н. (AGA Group, Inc., Россия, Москва)

*Analysis of estimation methods of effectiveness different traffic management technologies
Anton Sukhochenkov, Ph.D., Executive director, AGA Group, Inc., Moscow, Russia*

Проблема оценки эффективности внедрения различных технологий автоматизированных систем управления дорожным движением (АСУД), как и любого другого инвестиционного проекта, и выбора наиболее предпочтительных альтернатив всегда имела большую значимость. Однако она по-разному решалась в централизованной и рыночной экономиках. В первом случае выбор наиболее предпочтительных альтернатив того или иного проекта создания АСУД осуществлялся с государственных позиций, определение эффективности принимаемых решений по внедрению АСУД осуществлялось с помощью критерия минимума совокупных общественно необходимых затрат.

При переходе к рыночным методам хозяйствования возникает необходимость применения иных принципов и методов оценки эффективности инвестиционных проектов, что в первую очередь обусловлено использованием различных форм собственности. Соответственно, возрастает роль оценки эффективности принимаемых решений с позиций не только государства, но и различных хозяйствующих субъектов. При этом при внедрении АСУД имеет место возникновение государственно-частного партнерства, а для анализа используются принципы и критерии, где в качестве основной теории выбора эффективных инвестиционных проектов выступает теория денежных потоков, с учетом общественной значимости проектов по внедрению АСУД и социально-экономической эффективности. При использовании этой теории в качестве основных показателей эффективности выступают чистый дисконтированный доход (ЧДД), внутренняя норма доходности, индексы доходности затрат и инвестиций, срок окупаемости, социальная, экологическая и т.п. эффективности.

В этой связи требуется разработка новых подходов к оценке эффективности проектов по созданию АСУД, определение возможностей использования принципов и методов, которые находили применение в РФ при централизованной экономике и их развитие применительно к новым условиям хозяйствования.

При создании механизма оценки эффективности реализации мероприятий по созданию АСУД необходимо помнить, что внедрение подобных систем способствует повышению эффективности и рентабельности дорожно-транспортного комплекса (ДТК) мегаполиса в частности за счет организации автоматизированного адаптивного управления движением

транспорта с помощью современных технических устройств (светофорных контроллеров, активных указателей направления движения, информационных табло и т.п.), а также своевременного оповещения аварийных и спасательных служб о возможных нештатных ситуациях, ДТП и т.п. Система должна обеспечивать сбор данных о функционировании ДТК в интересах развития общегородской инфраструктуры мегаполиса.

В то же время реализация мероприятий по созданию АСУД, как и любых других масштабных проектов, невозможна без значительных капиталовложений и инвестиций. Таким образом, становится актуальной задача создания методики технико-экономического обоснования внедрения АСУД.

Структура построения большинства существующих методик принятия решений по выбору предпочтительных вариантов АСУД, в основном выглядит как сравнение двух или более альтернативных вариантов режимов работы улично-дорожной сети (УДС), которым соответствуют свои эффекты и затраты. Основными вопросами подобного анализа обычно являются «превосходит ли величина эффекта в денежном выражении затраты?» и в случае нескольких альтернатив – «на сколько?».

Многие существующие методики определения экономического эффекта от реализации мероприятий по созданию АСУД [1, 2, 3, 4 и т.д.] выполняются согласно общей схеме, которая включает в себя необходимость обязательного прохождения следующих шагов:

Шаг 1. Определение возможных альтернативных сценариев, с которыми будет производиться сравнение существующего режима работы УДС. При этом необходимо принимать во внимание последствия внедрения каждой из альтернативных технологий с точки зрения изменения режимов работы УДС. В некоторых случаях эти последствия могут определяться практически, на натуре, но в большинстве случаев методами моделирования.

Шаг 2. Определение наименований и количественных характеристик (размерностей) факторов, влияющих на эффекты и затраты и возникающие при каждом варианте режимов работы УДС.

Шаг 3. Оценка влияющих факторов.

Шаг 4. Определение наименований затрат и эффектов, возникающих в результате реализации проектов по созданию АСУД.

Шаг 5. Выявление зависимостей между влияющими факторами и возможными эффектами от реализации АСУД.

Шаг 6. Суммирование всех эффектов, суммирование всех затрат, расчет ЧДД, показателя эффективности, а также ранжирование их величин.

Шаг 1. Прежде чем производить поиск альтернативных вариантов режимов работы УДС необходимо проанализировать состояние существующих транспортных систем на рассматриваемой УДС и ответить на вопрос «что будет, если не реализовывать мероприятия по созданию АСУД?». То есть понять, как будет выглядеть динамика основных показателей работы улично-дорожной сети, в случае отсутствия каких-либо организационных изменений.

В то же время выбор альтернативных вариантов для последующей оценки и сравнения целесообразно строить на информации, полученной в результате математического моделирования каждого варианта (используя специализированное программное обеспечение). Расчет и сравнение количественных характеристик основных параметров работы УДС (суммарные задержки, средняя скорость движения ТС, количество остановок и т.д.) позволяет построить в первом приближении ряд потенциально возможных вариантов развития транспортной ситуации.

На *2-ом шаге* необходимо задать всех возможных пользователей рассматриваемой УДС с последующей их классификацией по качественным признакам и назначению. Определение факторов, влияющих на эффективность реализации каждого режима работы УДС, целесообразно производить на основе разработанной классификации пользователей УДС с учетом значимости каждого класса.

Шаг 3. Оценка влияющих факторов производится на основании экспертной оценки или на основании результатов обработки соответствующих статистических данных.

Шаг 4. Основные затраты на внедрение системы АСУД по количественному и качественному составу подразделяются: на предпроектные, проектные, строительные и эксплуатационные.

Предпроектные экономические затраты включают функциональный анализ существующей улично-дорожной сети мегаполиса, ДТК и готовности городского хозяйства к внедрению системы АСУД, а также разработку эскизного решения. Как правило, составляют 10% от общей стоимости проекта.

Проектные экономические затраты подразумевают разработку проектно-изыскательских работ, конструкторской, разрешительной, сметной документации, а также создание технико-экономического обоснования проекта. Составляют 10-15% от общей стоимости проекта.

Строительные экономические затраты включают расходы на закупку оборудования, его монтаж и проведение пуско-наладочных работ. Составляют, в среднем, 75 – 80% от общей стоимости проекта.

После создания и внедрения системы АСУД начинается период эксплуатации. Расходы по поддержанию функционирования системы АСУД в данном случае относятся к эксплуатационным. Величина эксплуатационных расходов зависит от надежности, стабильности и работоспособности выбранного технического решения и технологии создания системы АСУД. В среднем, величина эксплуатационных расходов в год составляет порядка 10% от строительных экономических затрат по проекту.

Основными направлениями снижения издержек при создании системы АСУД являются:

- достоверность и полнота исходных данных для проведения функционального анализа существующего дорожно-транспортного комплекса и улично-дорожной сети;
- высокое качество работы и профессиональный уровень всех специалистов, занятых в разработке проекта системы АСУД;
- адаптивность выбранного существующего технического решения к данному мегаполису, либо при разработке собственного технического решения построения системы АСУД учет мирового опыта внедрения подобных систем.

В отличие от относительно несложной задачи определения затрат, связанных с реализацией проектов по созданию АСУД, определение потенциальных эффектов (в денежном выражении) – задача, требующая более обширных и трудоемких исследований.

Существует два способа определения групп эффектов: в зависимости от целей, поставленных перед АСУД, и уровней, на которых возможно возникновение эффектов реализации АСУД.

Первый способ предусматривает рассмотрение эффективности по основным целям создания системы АСУД, которыми являются:

- повышение степени информированности различных категорий пользователей УДС мегаполиса в режиме реального времени (водителей, ведомственных транспортных подразделений и организаций, органов управления городским хозяйством, властных структур, а также проектных, научных, строительных и иных учреждений и организаций всех форм собственности) об условиях движения и состоянии магистралей;
- повышение эффективности использования улично-дорожной сети крупного города (сокращение потерь времени при передвижении по основным транспортным магистралям, рациональное использование существующей транспортной инфраструктуры и, как следствие, сокращение удельных затрат на транспортные расходы);
- повышение безопасности функционирования ДТК крупного города (управление распределением транспорта по полосам и смежным улицам и магистралям для оптимизации загруженности магистралей с предупреждением и предотвращением транспортных заторов, оперативное оповещение об аварийных и чрезвычайных ситуациях на транспортно-дорожной сети);
- снижение экологической напряженности на основных транспортных магистралях за счет повышения фактической пропускной способности и, соответственно, сокращения выбросов вредных веществ от автотранспортных средств.

Второй способ определения групп эффектов классифицирует последние по группам пользователей АСУД, что обосновано различиями в использовании каждой группой тех преимуществ, которые дает внедрение автоматизированных систем управления движением. Проведенный анализ существующих методик оценки эффективности АСУД показал, что основные

уровни, на которых могут быть определены эффекты, выглядят следующим образом:

- пользователи личным, общественным и коммерческим транспортом (экономический эффект);
- регион (экономический и социальный эффект);
- общество в целом (экологический эффект, который, естественно, также может быть выражен в экономических категориях [11]).

Несложно предположить, что эффект для **пользователей первого уровня** в конечном счете сводится, во-первых, к снижению потерянных человеко-часов или машино-часов, во-вторых, к сокращению эксплуатационных расходов, а также повышению производительности труда пользователей УДС.

Определение эффекта в результате реализации мероприятий по созданию АСУД для пользователей личным, общественным и коммерческим транспортом, связано со сложностью оценки в денежном выражении сэкономленного ими времени. Решение этой задачи имеет косвенное отношение к транспортной экономике: основная часть усилий ложится скорее на социологические науки, потому, что требует определения количественных и качественных характеристик участников дорожного движения. Однако из очевидных соображений ясно, что в условиях рыночной экономики, себестоимость единицы времени пользователя УДС будет являться величиной переменной, значение которой изменяется в зависимости от региона реализации АСУД, календарного времени, вида транспорта, назначения транспортных услуг и многих иных факторов.

Чтобы наглядно продемонстрировать возможные эффекты, присущие каждому уровню, рассмотрены некоторые примеры:

1. Система информирования пассажиров общественного транспорта, совмещенная с АСУД, основанной на приоритете общественного транспорта, которая была успешно внедрена в Хельсинки, Финляндия, позволила снизить суммарную задержку на 44 – 48%, сокращение времени в пути от 1 до 11%, снизить потери времени от 35800 до 67500 человеко-часов в год [6].

2. Создание системы адаптивного управления дорожным движением в Лос-Анджелесе, Вроварде и Оакланде, США, уменьшило количество общих транспортных остановок от 28 до 41% [7].

3. Одновременное использование адаптивной системы управления с приоритетом общественного транспорта, реализованное в Лондоне, Англия, снизило среднюю задержку автобуса от 7 до 13% [8].

Региональные эффекты могут быть представлены в виде увеличения уровня государственных доходов за счет более эффективной работы различных служб. В тоже время предполагается, что с внедрением АСУД повышается качество услуг, предоставляемых пользователям УДС (косвенный, социальный эффект).

Экологический эффект возникает за счет сокращения сбросов и выбросов вредных веществ (по большей части в атмосферный воздух), а также за счет снижения уровня шума в городах имеющих развитую транспортную сеть.

1. Синхронизация 640 светофорных объектов, с переводом их в двухфазный режим работы, реализованная в Оакланде, штат Мичиган, позволила снизить уровень выбросов в атмосферу окиси углерода от 1.7 до 2.5%, оксида азота – от 1.9 до 3.5%, углеводородов – 2.7 – 4.2% [9].

2. Система приоритета общественного транспорта реализованная в Саутгемптоне, Великобритания, позволила снизить расход топлива автобусами на 13%, за счет чего снизился общий уровень выбросов в атмосферу от 13 до 15% [10].

Возможная структура построения эффектов для различных уровней пользователей представлена на рисунке 1.

При объединении двух методов определения эффектов, образующихся в результате реализации АСУД, можно выделить организационный эффект, промышленный эффект, социальный эффект, экологический эффект и экономический эффект.

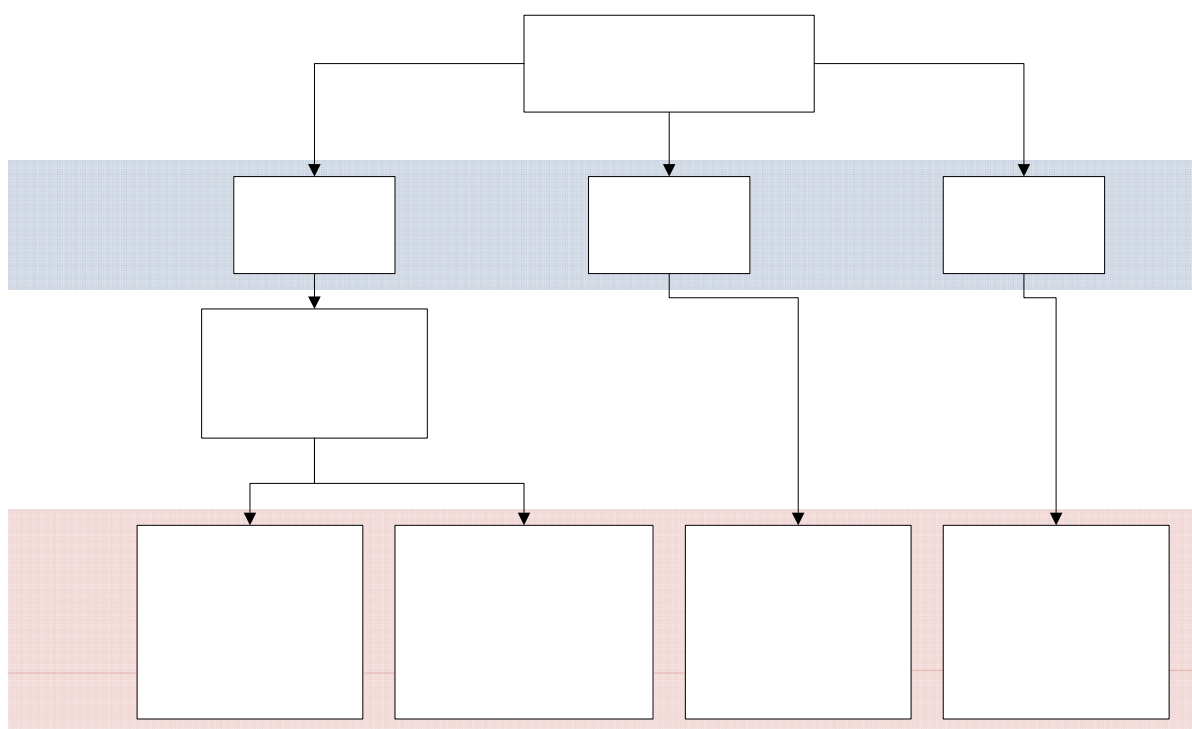


Рис. 1. Структура построения эффектов для различных уровней пользователей

Для оценки **организационного эффекта** производится анализ существующей УДС и транспортного комплекса по следующим параметрам:

- характеристики основных транспортных магистралей (количество и тип, протяженность, пропускная способность, интенсивность,

скорость, загруженность) и основных пересечений главных транспортных магистралей;

- характеристики транспортных потоков и транспортных заторов (по частоте появления, по продолжительности, по направлению движения относительно ядра центра мегаполиса и т.д.) и выделяются закономерности движения транспорта.

Необходимо отметить, что сам по себе организационный эффект не имеет непосредственного экономического выражения, тем не менее полученные в ходе анализа УДС оценки используются для расчета других категорий экономической эффективности.

Для выявления **промышленного эффекта** важно оценить, насколько увеличивается себестоимость продукции промышленного комплекса в результате влияния транспортных заторов на транспортные расходы.

Оценка **экологического эффекта** внедрения системы АСУД основывается на том факте, что основным источником загрязнения воздушного бассейна крупных городов, по-прежнему, остается автотранспорт. Например, для Москвы удельный вклад выбросов от автотранспорта в общее загрязнение атмосферы города превышает 90%.

Источниками загрязнения являются вредные компоненты, поступающие в атмосферу, почву и воду при движении, хранении, пуске, заправке, мойке, техническом обслуживании, ремонте и утилизации автомобиля.

Учитывая оценки, полученные при рассмотрении организационного эффекта внедрения АСУД, можно оценить уменьшение длины транспортных заторов, объемов используемого топлива и соответственно степень улучшения экологической обстановки, причем не только с точки зрения снижения расхода топлива, но и с точки зрения снижения шума.

Следует отметить, что современные программные продукты, позволяющие моделировать и производить оптимизационный расчет параметров управления транспортной ситуацией, предоставляют возможность определения объемов расходуемого топлива, и даже использования его в качестве критерия оптимизации.

Социальный эффект косвенно увеличивает экономическую эффективность внедрения системы АСУД. Для его оценки необходимо провести социальные исследования по следующим направлениям:

- анализ качества функционирования ДТК;
- анализ использования парковочного пространства города (зональное перераспределение автотранспорта, загруженность перехватывающих парковок и т.п.);
- оценку темпов роста количества частного автотранспорта города.

Анализ социального эффекта необходим для обоснования целесообразности инвестирования проектов по внедрению системы АСУД из городского бюджета.

Шаг 5. Необходимо произвести сопоставление количественных характеристик затрат и эффектов, возникающих в результате реализации АСУД, с качественными оценками полученными в результате прохождения 3-го шага.

Шаг 6. Для вычисления совокупного экономического эффекта от внедрения системы АСУД необходимо суммировать полезный эффект для каждого уровня пользователей, терпящих убытки от неблагоприятной транспортной ситуации в мегаполисе. Суммарный полезный эффект сопоставляется с расходами на реализацию проекта по созданию системы АСУД. На основе полученных результатов производится выбор наиболее предпочтительных вариантов АСУД, расчет основных показателей эффективности инвестиционных проектов (согласно существующим методикам [12]), устанавливаются возможные источники инвестирования и методы реализации проекта.

Актуальность разработки и внедрения методики оценки эффективности проектов по созданию АСУД обусловлена рядом факторов:

- недостаточной разработкой теории и практики оценки эффективности общественно значимых инвестиционных проектов, к которым относится АСУД;
- требованием системного многоуровневого подхода (из-за неоднозначности в эффективном функционировании той или иной АСУД с учетом имеющегося опыта) к выбору эффективных инвестиционных решений по внедрению АСУД с учетом социальных, экологических, инновационных и иных последствий и т.д.

Источники

1. D. Gillen, J. Li, J. Dahlgren, E. Chang. Assessing the Benefits and Cost of ITS projects: Volume 1 Methodology. Institute of Transportation Studies/California Partners for Advanced Transit Highways (PATH). University of California, Berkeley. 1999.
2. Joseph A. Kratofil, Jr. A benefit-cost analysis for the use of intelligent transportation system technology for temporary construction zone traffic management on the I-496 reconstruction in Lansing, Michigan. 2001.
3. Zhong-Ren Peng, Edward Beimborn. A breakeven analysis for statewide ITS project identification and assessment. Center for Urban Transportation Studies/University of Wisconsin-Milwaukee. 2000.
4. California Life-Cycle Benefit/Cost Analysis Model. Technical Supplement to User's Guide. Booz Allen & Hamilton Inc. Hagler Bailly, Parsons Brinckerhoff. 1999.
5. Оценка стоимости транспортных средств: Учеб.-метод. О-93 пособие/ Под ред. М.П. Улицкого. – М.: Финансы и статистика, 2005.

6. Lehtonen, Mikko and Risto Kulmala. The Benefits of a Pilot Implementation of Public Transport Signal Priorities and Real-Time Passenger Information. Paper presented at the 81st Annual Transportation Research Board Meeting. Washington, District of Columbia. 13-17 January 2002.
7. Joseph Sussman, et al. (MIT). What Have We Learned About ITS? Federal Highway Administration, U.S. DOT. December 2000.
8. Hounsell, Nick. Intelligent Bus Priority in London: Evaluation and Exploitation in INCOME. Paper presented at the 6th World Congress Conference on ITS. Toronto, Canada. 6 - 12 November 1999.
9. Halkias, John and Michael Schauer. Red Light, Green Light. Public Roads Journal, U.S. DOT. November/December 2004.
10. Monitoring and evaluation of a public transport priority scheme in Southampton. Transport Research Laboratory. Prepared by the Southampton University and the University of Portsmouth Transport Research Laboratory for the Hampshire County Council. 1999.
11. Эколого-экономическая оценка и выбор вариантов использования шахтного метана. Сухоченов А.С. Дисс. на соискание уч. степени канд. эконом. наук. МГГУ. 2007 г.
12. «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов», утвержденные Министерством экономики РФ, министерством финансов РФ, Государственным комитетом РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике от 21.06.1999 г. № 477.