**УДК 656.13.021:004.89**

**Морозов Дмитрий Юрьевич**
ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет»
Россия, Москва[1]
Аспирант
E-Mail: tdr2004@mail.ru

**Халилев Рустам Фаритович**
ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет»
Россия, Москва
Аспирант
E-Mail: kh_vrf@mail.ru

# Проектирование интеллектуальных транспортных систем

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены основные направления и задачи, выполняемые при проектировании интеллектуальных транспортных систем, условия разработки локальных проектов интеллектуальных транспортных систем на стадиях обоснования, внедрения и модернизации. Также рассмотрена концепция проектирования локальных проектов интеллектуальных транспортных систем и приведено обоснование необходимости проводить рассмотрение каждого локального проекта в отдельности и для каждого проводить разработку индивидуальных матриц индикаторов эффективности, которые, в свою очередь, определяют условия создания функциональной архитектуры локальных проектов. В статье структура интеллектуальных транспортных систем рассматривается как совокупность нескольких взаимозависимых уровней: технологического, технических решений и уровня психофизиологии, также представлено их описание. Также приведены результаты проведенных экспериментальных исследований, целью которых являлось изучение различных типов взаимодействий рассматриваемых уровней и на определение идеологии оптимального локального проекта интеллектуальных транспортных систем на примере систем информирования участников дорожного движения. Основным заключением данной статьи является определение набора условий и рекомендаций для обеспечения наиболее высокой эффективности внедряемых интеллектуальных транспортных систем.

**Ключевые слова:** жизненный цикл; интеллектуальные транспортные системы; локальный проект; матрица индикаторов эффективности; уровни влияния на оценку эффективности локальных проектов интеллектуальных транспортных систем; синергетический эффект.

Идентификационный номер статьи в журнале 51TVN414

[1] 125319 г. Москва, Ленинградский пр-т д.64.

**Введение**

На начальной стадии разработки и формирования локальных проектов интеллектуальных транспортных систем, наиболее важным для создания эффективной системы на протяжении жизненного цикла является достоверная оценка предполагаемой эффективности, анализа капитальных и эксплуатационных затрат.

Наиболее распространённый метод принятия решения заказчиком на стадии разработки локального проекта интеллектуальной транспортной системы основан на выборе наиболее эффективного проекта с наименьшей стоимостью. Рассматривая опыт внедрения и эксплуатации проектов интеллектуальных транспортных систем в условиях быстро развивающейся технологической среды данной области, принятие заказчиком решения основанного на опыте и типовых технических решениях, изначально создает устаревшую и менее эффективную систему, в последующем не подлежащую модернизации и развитию.

Выбор заказчиком оптимального локального проекта интеллектуальных транспортных систем, основанного на максимальной эффективности и прогнозировании изменения влияния системы, с учетом потребности на последующую доработку и развитие рынка услуг, позволит выстроить соответствующую финансовую и техническую политику в рассматриваемой области.

**Матрица индикаторов эффективности**

Формирование матрицы индикаторов эффективности, функциональной и физической архитектур рассматриваемого локального проекта (ЛП) интеллектуальных транспортных систем (ИТС) должно осуществляться неразрывно.[1] Достоверно сформированная индивидуальная матрица индикаторов эффективности позволяет выстроить соответствующее взаимодействие между целями заказчика и условиями создания ЛП ИТС.

Используя индивидуальную матрицу индикаторов эффективности, разрабатываются условия для создания функциональной архитектуры. В рамках разработки функциональной архитектуры учитываются возможные режимы управления (штатный, ситуационный и оперативный), область влияния и требования к физической архитектуре.[2]

Формирование физической архитектуры ЛП ИТС требует глубокого уровня знаний существующих технологических и технических решений в области информационных и телекоммуникационных технологий. Разработка физической архитектуры неразрывно связана с функциональной архитектурой и должна соответствовать требованиям. [3]

Заказчик и пользователь разрабатываемого ЛП ИТС, создают область оценки влияния рассматриваемого проекта, служащую для принятия окончательного решения на стадии внедрение системы. Заказчик формирует целевую и финансовую политику разрабатываемого ЛП ИТС. Пользователи ИТС формируют требования к технологической основе, являясь непосредственными субъектами получения и исполнения управляющих параметров, основанных на собственных целях и убеждениях. Принятие решения заказчиком основано на получении максимального эффекта от внедрения системы. Следующим не менее важным показателем принятия решения для заказчика, является стоимость (капитальные и эксплуатационные затраты) ЛП ИТС на протяжении жизненного цикла (ЖЦ). [4]

Структуру ЛП ИТС по уровню влияния на оценку эффективности, можно разделить на три основных взаимозависимых уровня (Рисунок 1). [5]

1-ый уровень. Психофизиология – влияние управляющих параметров на пользователей, оценка исполнения управляющих параметров.

2-ой уровень. Технология – методы и способы получения, обработки данных и взаимодействия подсистем на технологическом уровне, формирование соответствующих управляющих параметров.

3-ий уровень. Технические решения – технические средства исполнения задач выстроенных на технологическом уровне сбора, обработки и отображения данных.

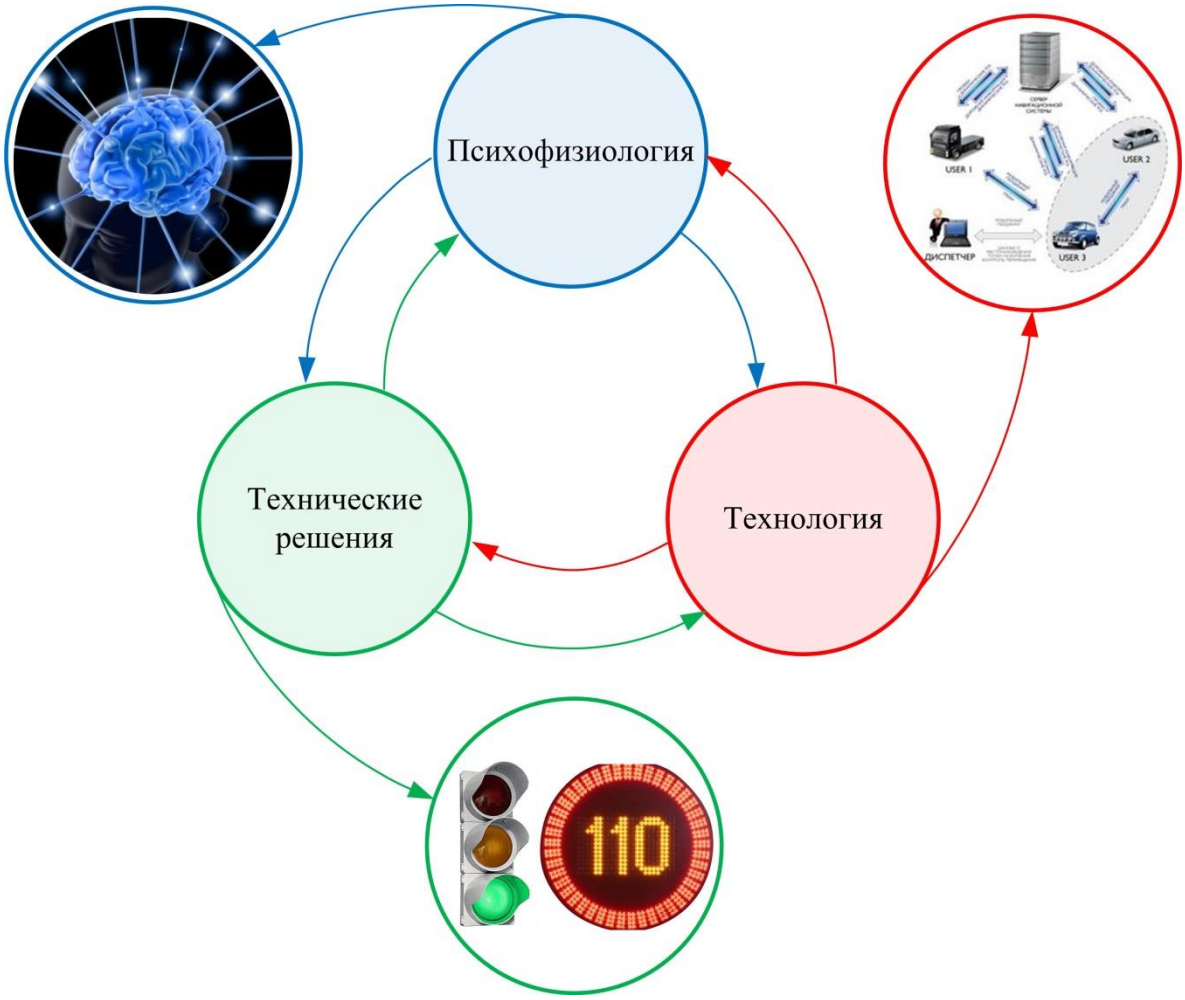


***Рис. 1.*** *Структура взаимодействия (составлено автором)*

*Психофизиология пользователей* по условиям восприятия информации разделяется на внешний и внутренний, считывание информации осуществляется в соответствии со свойственной человеку «сенсорикой» (зрение, слух, кинестетика). Внешние условия информирования характеризуют инфраструктуру улично-дорожной сети, средства отображения информации, условия движения транспортных потоков и другое, предусмотренные правилами дорожного движения. Внутреннее информирование – характеризует устройства расположенные внутри транспортного средства и носит вспомогательный характер, как средство дополнительного информирования или дублирования информации. Таким образом, восприятие основной информации осуществляется с внешних источников, а восприятие дополнительной/вспомогательной информации осуществляется с внутренних. Взаимодействие *Уровня пользователей* и *Уровня технических средств* позволяет выстроить полную взаимосвязь между техническим средством и пользователем, определяя требования к отображению и достоверной оценки восприятия полученной информации. Взаимодействие *Уровня пользователей* и

*Технологического уровня* позволяет выстроить взаимосвязь с оценкой исполнения управляющих параметров при различных методах и способах дополнения и дублирования информации.

В результате построения соответствующего взаимодействия уровня пользователей с технологическим уровнем и уровнем технических решений возможно осуществление достоверной оценки влияния ЛП ИТС в результате внедрения. Рассмотренное взаимодействие позволяет выстроить требования к техническим решениям и технологическому уровню т.е. требования к функциональной и физической архитектуре ЛП ИТС.

Взаимодействие Т*ехнологического уровня* и *Уровня технических решений* позволяет выстроить соответствующую связь между исполнительными органами сбора, обработки данных и передачи управляющих параметров. Также взаимодействие позволит выстроить ряд условий (ограничений), требований для формирования функциональной и физической архитектур ЛП ИТС. Непосредственное взаимодействие между уровнями необходимо для создания наиболее эффективной, надежной и оптимальной по стоимости системой [6].

На основании рассмотренных условий выбора наиболее оптимального ЛП ИТС и структуры взаимодействия, проведены экспериментальные исследования:

- по определению взаимодействия *Уровня пользователей* и *Уровня технических решений* на протяжении ЖЦ (оценка уровня исполнения управляющих параметров);
- по определению взаимодействия *Уровня пользователей* и *Технологического уровня* (оценка дополнения и дублирования информации);
- по определению взаимодействия *Технологического уровня* и *Уровня технических решений* (совмещение подсистем и технических средств в рамках рассматриваемых задач);
- по определению оптимального ЛП ИТС (максимальный эффект/оптимальная стоимость).[7,8]

В результате проведенных экспериментальных исследований получены следующие результаты:

1) Уровень исполнения управляющих параметров на протяжении ЖЦ ЛП ИТС имеет динамический нелинейный характер изменения и существенно зависит от условий и качества информирования (Рисунок 2). Выделена зависимость роста/снижения уровня исполнения управляющих параметров от знания участка улично-дорожной сети, знания принципа (условий) работы систем, умение использовать полученную информацию, соответствие полученной информации фактическим условиям и другое. Выведены наиболее важные параметры на протяжении жизненного цикла ЛП ИТС – *обучение* и *доверие*.

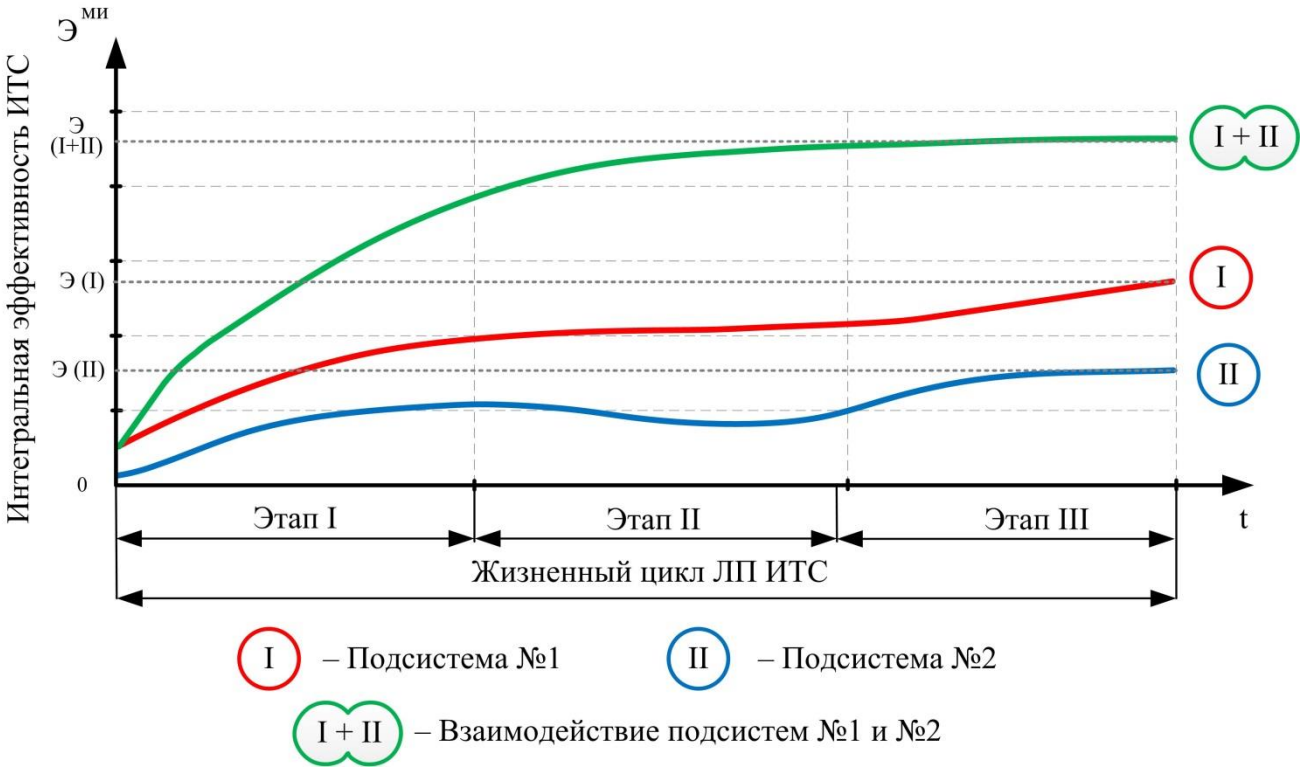


***Рис. 2.*** *Оценка исполнения управляющих параметров на протяжении жизненного цикла локальных проектов интеллектуальных транспортных систем (составлено автором)*

2) Соответствующее дублирование и дополнительное информирование, позволяет повысить уровень исполнения управляющих параметров от 10% до 35%, что существенно повышает эффективность системы в целом. Внедрение систем дублирования и дополнительного информирования требует проведения специализированных исследований по определению отвлечения внимания в период использования дополнительных (внутренних) устройств, во избежание снижения уровня безопасности.

3) Рассматривая уровень совмещения подсистем, выделены основные условия изменения эффективности. Взаимодействие двух и более соответствующих подсистем позволяет получить результат не равный сумме эффективности каждой из подсистем по отдельности (синергетический эффект). Взаимодействие соответствующих подсистем в рамках одной и более задач, является наиболее эффективным решением в период ситуационного и оперативного управления. При разрозненном внедрении подсистем, не предусматривая взаимодействие, высокую вероятность имеет отрицательное взаимовлияние. Особое внимание необходимо уделять взаимовлиянию разрозненных подсистем в период ситуационного и оперативного управления, что в некоторых случаях может привести к значительным потерям.

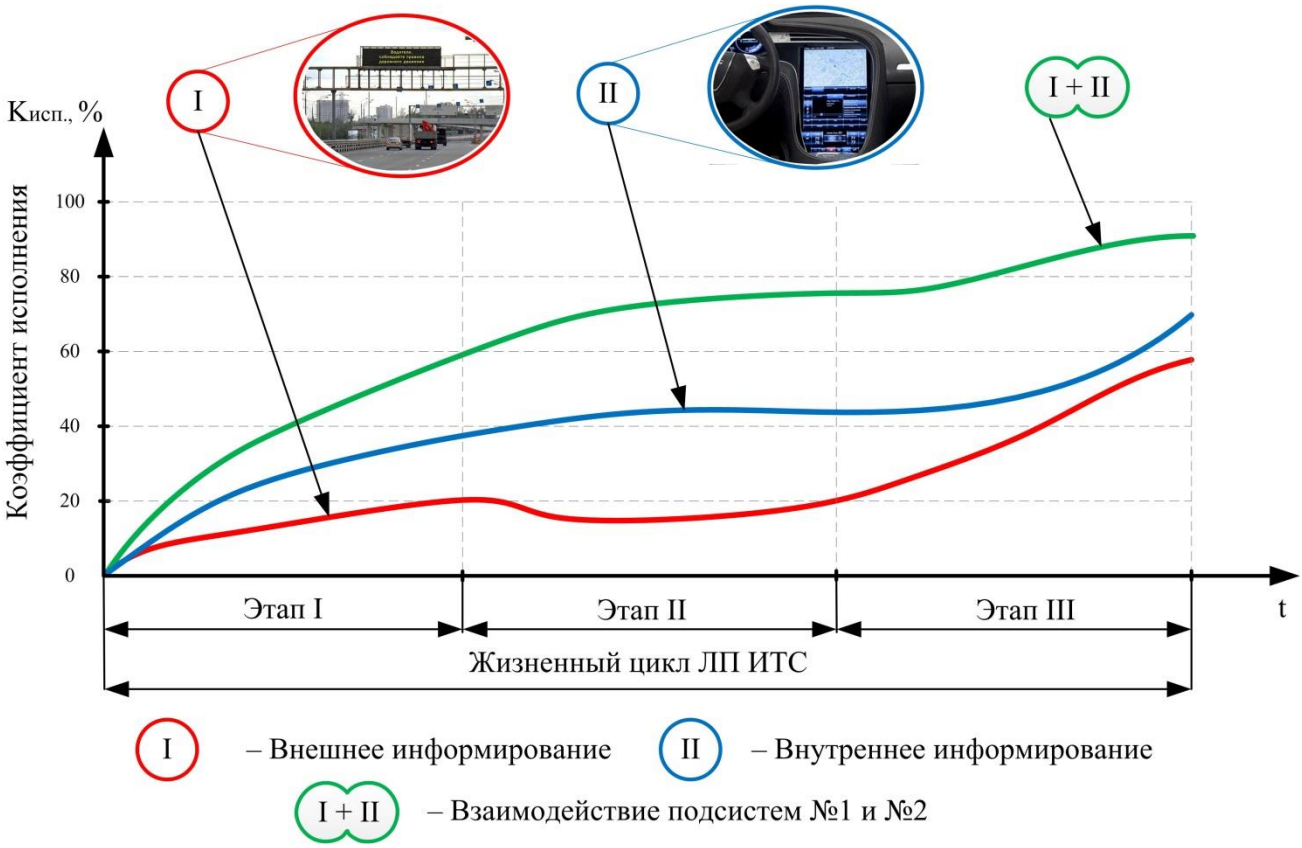


***Рис. 3.*** *Оценка эффективности разрозненных подсистем, взаимодействия подсистем на протяжении жизненного цикла локальных проектов интеллектуальных транспортных систем (составлено автором)*

4) Выбор наиболее эффективного ЛП ИТС необходимо осуществлять с применением выше указанных условий и рекомендаций. Сопоставление двух и более подсистем с учетом последующего роста/снижения эффективности на протяжении ЖЦ, совмещения технических средств в рамках одной/нескольких задач, позволяет отобразить условия выбора наиболее выгодного (оптимального) проекта ИТС на стадии обоснования. Внедрение ЛП ИТС с предусмотренной возможностью модернизации системы (план проведения модернизации) и учетом спроса на дополнительные услуги, обеспечивает наиболее высокую эффективность и более длительный период функционирования системы [9,10].

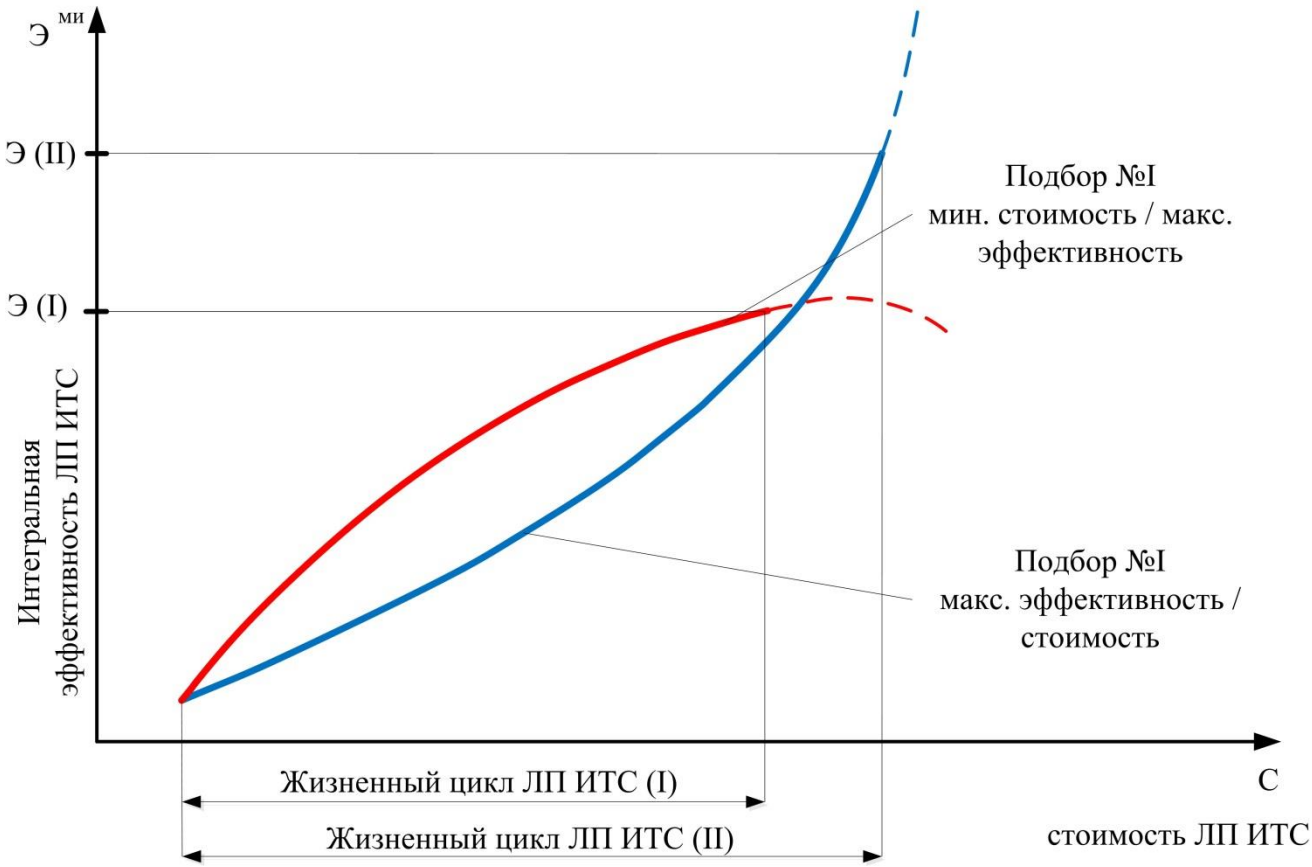


***Рис. 4.*** *Условия подбора наиболее выгодного ЛП ИТС (составлено автором)*

**Заключение**

Принятие соответствующего решения заказчиком на стадии внедрения ЛП ИТС, позволит внедрить наиболее выгодную систему в соотношение стоимость/эффективность на протяжении ЖЦ. Необходимость проведения качественной оценки эффективности ЛП ИТС, заключается в осуществлении потребности создания достоверной системы информирования пользователей. Проектирование ИТС, с учетом рассмотренных условий в данной статье позволит заказчику выстроить достоверную финансовую и технологическую политику, на протяжении ЖЦ ЛП ИТС.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пржибыл, Павел. Телематика на транспорте/ Павел Пржибыл, Мирослав Свитек; перевод с чешского О. Бузека и В. Бузковой.; под ред. проф. В. В. Сильянова. - М.: Изд-во МАДИ (ГТУ), 2003. - 540с.
2. Халилев Р.Ф. Проектирование интеллектуальных транспортных систем/Р.Ф.Халилев// Международный научно-исследовательский журнал. – 2013. –№ 7-2 (14).– С. 98-100.
3. Жанказиев С.В., Тур А.А., Халилев Р.Ф. Интеллектуальные дороги – современный взгляд // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2010. – № 2. – С. 1 – 7.
4. Жанказиев С.В. Становление жизненного цикла локального проекта интеллектуальной транспортной системы/ С.В.Жанказиев, Р.Ф.Халилев// Автотранспортное предприятие.– 2012. –№ 11.– С. 31-33.
5. Жанказиев С.В., Научные основы и методология формирования интеллектуальных транспортных систем в автомобильно-дорожных комплексах городов и регионов, диссертация доктора технических наук. М., 2012 г. с. 451.
6. Жанказиев С.В., Халилев Р.Ф. Принципы формирования архитектуры локального проекта интеллектуальной транспортной системы // В мире научных открытий. – 2012. – №12. С.105 – 111.
7. 1. Воробьев А. И. Исследовательский комплекс моделирования интеллектуальных транспортных систем / А.И. Воробьев, И.С. Морданов // Автотранспортное предприятие. – 2013. – №12. – С.40-41.
8. Воробьев А.И., Гаврилюк М.В., Морданов И.С. Проведение экспериментов по адаптации средств организации дорожного движения на исследовательском комплексе по интеллектуальным транспортным системам // Интернет-журнал «Науковедение». – 2014. – № 2 (21) [Электронный ресурс]–М.: Науковедение, 2014 –.– Режим доступа: http://naukovedenie.ru/PDF/10TVN214.pdf, свободный. – Загл. с экрана.
9. Халилев Р.Ф. Новые подходы к оценке эффективности технических решений ИТС // Научно – практический журнал Актуальные вопросы инновационной экономики. – 2013. – № 4. С. 176-179.
10. Жанказиев С.В., Халилев Р.Ф. Становление жизненного цикла локального проекта интеллектуальной транспортной системы // Отраслевой ежемесячный научно-производственный журнал для работников автотранспорта Автотранспортное предприятие. – 2012. – № 11. С. 31 – 33.

**Рецензент:** Воробьев Андрей Игоревич, доцент, кандидат технических наук, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет.

**Dmitriy Morozov**
Moscow State Road Automobile University
Russia, Moscow
E-Mail: tdr2004@mail.ru

**Rustam Khalilev**
Moscow State Road Automobile University
Russia, Moscow
E-Mail: kh_vrf@mail.ru

# Design intelligent transport systems

**Abstract.** This article describes main directions and tasks, performed in the design of intelligent transport systems, development conditions for local projects of intelligent transport systems in justification, implementation and modernization stages. Also the concept of designing local projects of intelligent transport systems is examined and the cause for the need to conduct review every local project individually and to develop individual efficiency matrices, which, in turn, determine conditions for creating functional architecture of local projects, is given. In this article the structure of intelligent transport systems is being considered as a set of some independent levels: technological, technical solution and Psychophysiology level, their description is also introduced. Results of experimental researches, which were aimed to study different types of interaction between levels under review and to determine ideology of optimal local project of intelligent transport systems on the example of informing road users, were given as well. The main conclusion of this article is to determine the set of conditions and recommendations to ensure the highest efficiency of intelligent transport systems that are being implemented.

**Key words**: life cycle; intelligent transport systems (ITS); local project; matrix of indicators of efficiency; levels of influence on an assessment of efficiency of local projects of intellectual transport systems; synergetic effect.

Identification number of article 51TVN414

## REFERENCES

1. Przhibyl, Pavel. Telematika na transporte/ Pavel Przhibyl, Miroslav Svitek; perevod s cheshskogo O. Buzeka i V. Buzkovoj.; pod red. prof. V. V. Sil'janova. - M.: Izd-vo MADI (GTU), 2003. - 540s.
2. Halilev R.F. Proektirovanie intellektual'nyh transportnyh sistem/R.F.Halilev// Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. –2013. –№ 7-2 (14).– S. 98-100.
3. Zhankaziev S.V., Tur A.A., Halilev R.F. Intellektual'nye dorogi – sovremennyj vzgljad // Nauka i tehnika v dorozhnoj otrasli. – 2010. – № 2. – S. 1 – 7.
4. Zhankaziev S.V. Stanovlenie zhiznennogo cikla lokal'nogo proekta intellektual'noj transportnoj sistemy/ S.V.Zhankaziev, R.F.Halilev// Avtotransportnoe predprijatie.– 2012. –№ 11.– S. 31-33.
5. Zhankaziev S.V., Nauchnye osnovy i metodologija formirovanija intellektual'nyh transportnyh sistem v avtomobil'no-dorozhnyh kompleksah gorodov i regionov, dissertacija doktora tehnicheskih nauk. M., 2012 g. s. 451.
6. Zhankaziev S.V., Halilev R.F. Principy formirovanija arhitektury lokal'nogo proekta intellektual'noj transportnoj sistemy // V mire nauchnyh otkrytij. – 2012. – №12. S.105 – 111.
7. 1. Vorob'ev A. I. Issledovatel'skij kompleks modelirovanija intellektual'nyh transportnyh sistem / A.I. Vorob'ev, I.S. Mordanov // Avtotransportnoe predprijatie. – 2013. – №12. – S.40-41.
8. Vorob'ev A.I., Gavriljuk M.V., Mordanov I.S. Provedenie jeksperimentov po adaptacii sredstv organizacii dorozhnogo dvizhenija na issledovatel'skom komplekse po intellektual'nym transportnym sistemam // Internet-zhurnal «Naukovedenie». – 2014. – № 2 (21) [Jelektronnyj resurs]–M.: Naukovedenie, 2014 –.– Rezhim dostupa: http://naukovedenie.ru/PDF/10TVN214.pdf, svobodnyj. – Zagl. s jekrana.
9. Halilev R.F. Novye podhody k ocenke jeffektivnosti tehnicheskih reshenij ITS // Nauchno – prakticheskij zhurnal Aktual'nye voprosy innovacionnoj jekonomiki. – 2013. – № 4. S. 176-179.
10. Zhankaziev S.V., Halilev R.F. Stanovlenie zhiznennogo cikla lokal'nogo proekta intellektual'noj transportnoj sistemy // Otraslevoj ezhemesjachnyj nauchno-proizvodstvennyj zhurnal dlja rabotnikov avtotransporta Avtotransportnoe predprijatie. – 2012. – № 11. S. 31 – 33.