

УДК 338.242.2

В. М. Маркелов, И. В. Соловьев, В. Я. Цветков

Интеллектуальные транспортные системы как инструмент управления

Раскрывается содержание интеллектуальных транспортных систем как нового типа систем управления. Дается сравнение и различие интеллектуальных транспортных систем с информационными системами, с другими интеллектуальными системами. Раскрываются задачи, решаемые интеллектуальными транспортными системами. Показаны их особенности как средства преодоления информационных барьеров.

Ключевые слова: управление, транспорт, интеллектуальные системы, принятие решений, технологии управления, информационные технологии, интеллектуальные технологии

V.M. Markelov, B.V. Soloviev, V.Ya. Tsvetkov

Intelligent transport systems as a management tool

The content of intelligent transport systems as a new type of control systems. Compares the difference and intelligent transport systems with information systems with other intelligent systems. Revealed problems solved intelligent transport systems. Showing their features as a means to overcome information barriers

Keywords: management, transportation, intelligent systems, decision making, technology management, information technology, intelligent technology

Введение

Концепция управления транспортом, основанная на применении средств механизации, автоматизации и автоматизированного управления исчерпала себя [1]. Инновационный путь развития требует создания новых методов эксплуатации, управления и контроля. Современным подходом реструктуризации и модернизации железных дорог должны стать качественно новые подходы, одним из которых является применение интеллектуальных транспортных систем (ИТС) [2]. Применение интеллектуальных транспортных систем во многих странах диктуется современным техническим развитием общества, уровнем технологий и требованием качественного развития транспортных систем.

Современное управление транспортом – это научное направление, интегрирующее комплекс научных направлений: теорию управления, геоинформатику, пространственные знания [3], системный анализ [4, 5], теорию транспортных систем, дистанционное зондирование, геодезическое обеспечение [6], информационное моделирование [7], топологический анализ [8] и др. По мере развития теории и методов управления транспортом появляется возможность управления все более сложными системами.

Первоначальные идеи управления с помощью обратной связи и математических

моделей переросли в идеи управления с использованием информационных и интеллектуальных систем и технологий. При этом цель управления транспортом усложняется. Прежние цели – добиться от управляемых систем желаемого состояния, поведения, устойчивости и свойств в условиях окружающего мира, выводящих их этого состояния и устойчивости, дополнились новыми.

Новые цели обусловлены необходимостью решения задач управления в условиях качественного роста интенсивности транспортных потоков, роста числа транспортных средств, требованием роста скоростного режима [9], требованием повышения безопасности движения с учетом появления новых угроз, сокращением времени принятия управленческих решений, принципиальной неспособностью человека к оперативному принятию решений вследствие роста сложности и объемов управленческой информации.

Развитие методологии управления происходило в основном по трем направлениям: расширение классов и видов задач оптимального управления, усложнение систем управления, интеграция ранее качественно различных методов управления в единый комплекс. Современная интеграция качественно различных методов управления в единый комплекс при возрастании сложности и информационных объемов возможна только при использовании интеллектуальных подходов.

Широкое развитие телекоммуникационных систем и сетей поставило специфическую задачу сетевого управления транспортными системами. Развитие космических технологий потребовало использовать методы космической связи и навигации для управления железнодорожным транспортом [10]. Эти технологии требуют применения интеллектуальных решений. Интеллектуальное управление эффективно реализуется лишь в информационном пространстве [7, 11]. Это поставило задачу создать в сфере транспорта информационную среду, позволяющую эффективно и оперативно управлять процессами перевозок и безопасностью движения.

Традиционно разделяли методы организационного и технического управления [1, 12]. Одной из особенностей современных методов управления с использованием интеллектуальных технологий и интеллектуальных информационных систем является возрастающая интеграция методов управления. В целом ответом на все возрастающие требования к управлению транспортом и учет новых условий и требований приводят к необходимости создания и применения интеллектуальных транспортных систем.

Современное развитие транспортных систем состоит не столько в создании безопасного транспорта и строительства дорог, сколько в создании новых систем управления, новых технологиях, и в первую очередь интеллектуальных транспортных систем – «ИТС». Термин: интеллектуальные транспортные системы является общепризнанным международным термином, новым направлением в науке, технике и бизнесе, как одним из самых эффективных мер для решения проблем транспорта.

Развитие интеллектуальных транспортных систем

Развитие ИТС связано не только с появлением и совершенствованием инструментария, но и с появлением новых условий. В частности, заметную роль в информационных технологиях стали приобретать реально существующие информационные отношения. Развитие информационных технологий управления (ИТУ) связано не столько с появлением компьютеров и баз данных, сколько с появлением новой информационной среды коммуникаций. Эта среда диктует особые формы отношений в обществе, которые называются информационными.

Информационные отношения – отношения, обусловленные объективными связями между объектами общего информационного поля [13], отражающие прямые, косвенные, первичные и вторичные связи между реальными объектами и их частями.

В аспекте управления можно дать следующее определение интеллектуальной транспортной системе.

Интеллектуальные транспортные системы (ИТС) – системы, создаваемые на основе интеграции средств автоматизации контроля и управления транспортом, информационных и коммуникационных технологий, ГНСС, динамических геоданных и единой информационной среды в транспортную инфраструктуру, транспортные средства, ориентированные на повышение безопасности и эффективности транспортных потоков и пользователей транспорта.

Интеллектуальность систем на транспорте проявляется в возможности получения оперативных решений за короткие сроки, в течение которых человек не в состоянии выработать решение. Интеллектуальность систем на транспорте проявляется в возможности получения новых решений и накопление опыта с занесением его в базы знаний. Интеллектуальность систем на транспорте проявляется в возможности решения комплексных задач, уровень сложности которых исключает возможность их решения человеком.

Информационные барьеры и интеллектуальные системы

Академиком Глушков В.М было введено понятие первого и второго информационных барьеров по критерию сложности (невозможности) управления сложной социальной экономической системой. По существу он связывает эти барьеры только с четвертой информационной революцией. Анализ эволюции общества показывает, что фактически человечество с древних времен преодолевало различные информационные барьеры.

Некоторые виды информационных барьеров были обусловлены новыми требованиями по информационному взаимодействию или информационной потребностью решения новых задач при использовании имеющейся информации. Навигация была создана как средство преодоления информационного барьера, обусловленного необходимостью определения местоположения перемещения транспортных средств при наличии пространственной информации различного содержания.

Исследования процессов принятия решений и мышления привели к появлению моделей знаний и правил вывода. Это тоже можно рассматривать как преодоление информационного барьера обусловленного необходимостью решения и анализа сложной информации.

С этих позиций интеллектуальные системы можно рассматривать как средство преодоления информационного барьера, обусловленного в первую очередь сложностью, во вторую объемом информации и неспособностью

человека как системы обработки и анализа в заданный период времени ее проанализировать и получить адекватное решение.

Особенности ИТС

Свойством интеллектуальных систем является возможность выполнения творческих функций, которые традиционно считаются прерогативой человека. Другими словами, интеллектуальная система, в отличие от информационной системы, способна проявлять активность при отсутствии воздействия или прямых указаний человека.

Интеллектуальная система – это техническая или программно-техническая система, способная получать творческие решения задач, принадлежащие конкретной предметной области, знания о которой хранятся в памяти такой системы. Упрощенно структура интеллектуальной системы включает три основных блока – базу знаний, решатель и интеллектуальный интерфейс [14].

Необходимо соотнести широко применяемые информационные системы и интеллектуальные системы. Информационные системы и представляют собой решатель, основанный на алгоритмах обработки, заранее составленных человеком. Информационные системы (ИС) обрабатывают и в итоге упрощают исходную информационную коллекцию и подготавливают ее для окончательного использования другой интеллектуальной системой,

которая называется «человек». ИС являются помощниками человека в принятии решений

Интеллектуальные системы не только обрабатывают и упрощают исходную информационную коллекцию, но в ряде случаев решают сложные задачи и в столь короткое время, которые человек принципиально решить не способен и не способен решить их так оперативно. Интеллектуальные системы также используют алгоритмы обработки, заранее составленных человеком. Но в дополнении к этому и в основном, они используют системы правил, которые формируют новые алгоритмы, неизвестные человеку в ходе появления новых условий задач. Именно появление новых условий, которые не могут быть обработаны системой известных алгоритмов и определяет преимущество ИТС перед ИС. В частности ИТС не только помогают человеку, но и принимают за него решения, включая ту область решений, в которой он не адекватен.

Таким образом, интеллектуальные системы возникли как средство преодоления ряда информационных барьеров и позволяют получать результаты, которые не могут получить информационные системы и многие человеко-машинные системы.

На рис.1 приведена интеллектуальная транспортная система, ориентированная на управление. Механизм работы такой системы следующий.

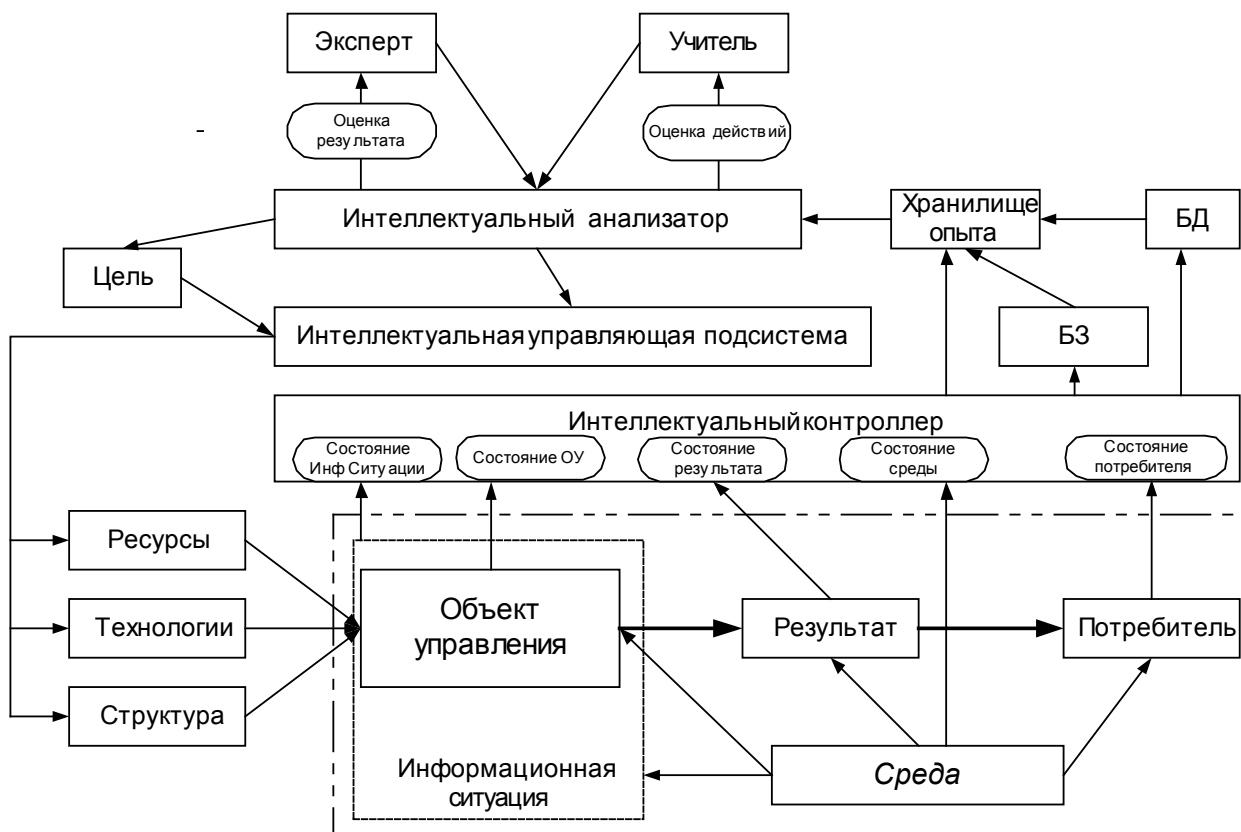


Рис.1. Структурная схема ИТС, ориентированной на управление

Объект управления находится в состоянии, которое должно обеспечить нужный результат (продукты или услуги). Продукты или услуги поступают потребителю, удовлетворяя его информационные потребности.

На объект управления и на процесс управления влияет информационная ситуация, в которой он находится. В тоже время, объект управления, информационная ситуация, результат деятельности и потребители находятся во внешней среде, которая большей частью не предсказуема и оказывает возмущающее воздействие на все перечисленные объекты.

Для контроля состояния перечисленных объектов и внешней среды применяют интеллектуальный контроллер. Информацию с анализом ситуации он передает в базу данных, базу знаний и в хранилище опыта, наряду со структурированной информацией из БД и БЗ поступают «снимки» ситуаций. Этот опыт служит основой для анализа, который осуществляется в интеллектуальном анализаторе.

Интеллектуальный анализатор формирует две группы оценок: оценки эффективности управления (оценку результата) и оценки управленческих действий и средств реализации, включая исполнение управления (оценки действий).

Эти группы оценок в виде восходящего информационного потока поступают соответственно «эксперту» и «учителю». Учитель оценивает эффективность действий и в случае необходимости вносит коррективы в процесс управления. Эксперт оценивает степень достижения цели по результату и также может внести корректировку в процесс управления.

Эти корректировки в виде нисходящих информационных потоков поступают в интеллектуальную управляющую подсистему, которая может внести корректировки в цель управления и формировать новые управляющие воздействия.

Если нет необходимости корректировать цель управления, то управляющие воздействия формируются по старым правилам и критериям.

В этом следует подчеркнуть еще одно различие между информационными системами управления и интеллектуальными системами управления. В информационных системах используют критерии оценки эффективности управления задаваемые извне.

В интеллектуальных системах в первую очередь используют правила и во вторую критерии или заданные параметры.

Задачи, решаемые ИТС

Рассмотрим характерные задачи, решаемые в ИТС. Это следующие задачи: интерпретация, диагностика, мониторинг, проектирование, прогнозирование, обучение, поддержка принятия решений и др.

Интерпретация данных – одна из традиционных задач для ИТС и экспертных систем. Под интерпретацией понимается процесс определения смыслового содержания информации, результаты которого должны быть согласованными и корректными. Интерпретация осуществляется с использованием семантического окружения информационных единиц [15], которые составляют основу информационных моделей, используемых при управлении [16].

Под *диагностикой* с помощью ИТС понимается процесс выявления связей и отношений объекта управления с некоторым классом состояний или факторов, которые позволяют выявить несоответствие функционирования или состояния системы и их причины. Часто диагностика включает интерпретацию параметров в реальном масштабе времени и сигнализация о выходе тех или иных параметров за допустимые пределы. Это позволяет выявлять и анализировать неисправность оборудования в технических системах, аномалии живых организмов и различные природные аномалии.

Мониторинг с применением ИТС включает непрерывный сбор информации, упорядочение, их анализ, прогнозирование и рекомендации по принятию решений. Применение такой системы направлено на оперативное выявление скрытых параметров в мониторинговой информации. Это может представить для человека проблему или невозможность нахождения в требуемый временной период [17].

Проектирование с применением ИТС состоит в подготовке спецификаций на создание объемных проектов с заранее определёнными свойствами. Под спецификацией понимается весь набор необходимых документов. Основные проблемы – отсутствие чёткого решения для сложного проекта, необходимость структурного описания знаний об объекте и проблема «взгляда» на сложный объект.

Прогнозирование с использованием ИТС основано на анализе множества параметров и сложных ситуаций не обзриваемых человеческим интеллектом. Как правило, прогнозирующие системы выводят вероятные следствия из заданных ситуаций. В прогнозирующей подсистеме ИТС обычно используется динамическая модель. Выводимые из этой модели следствия составляют основу для прогнозов с вероятностными оценками.

Планирование с применением ИТС включает нахождение планов, относящихся к сложным объектам, находящихся в ситуациях описываемых сложными информационными коллекциями. В таких ИТС используются многовариантные модели поведения объектов и методы мультикритериального анализа для

получения последствий планируемой деятельности.

Под *обучением* понимается использование ИТС для повышения квалификации или переподготовки специалистов. Системы обучения не только диагностируют ошибки при изучении какой-либо дисциплины, но и анализируют процесс обучения и дают рекомендации по его улучшению, как обучаемому, так и педагогу [18].

Поддержка принятия решения – это совокупность процедур, обеспечивающая лицо, принимающее решения, набором альтернатив и рекомендациями, облегчающие процесс принятия решения.

Интеллектуальная транспортная система в современном понимании является адаптивной системой.

Адаптивная система – система, которая сохраняет работоспособность при непредвиденных изменениях свойств управляемого объекта, целей управления или окружающей среды путем смены алгоритма функционирования, программы поведения или поиска оптимальных, в некоторых случаях просто эффективных, решений и состояний. Традиционно, по способу адаптации различают самонастраивающиеся, самообучающиеся и самоорганизующиеся системы [19].

Под ИТС понимают адаптивную систему, позволяющую строить программы целесообразной деятельности по решению поставленных перед ними задач на основании конкретной ситуации, складывающейся на данный момент в окружающей их среде [20].

Сравнение ИТС и других интеллектуальных систем

Интеллектуальные транспортные системы занимают особое место среди прочих интеллектуальных систем.

Интеллектуальная транспортная система (ИТС) – распределенная интеллектуальная система учета, регистрации, координации, контроля, управления транспортными потоками и состоянием транспортной инфраструктуры, а также отношений между транспортной сферой и сферой муниципального управления.

Интеллектуальная транспортная система может быть рассмотрена как разновидность интеллектуальной информационной системы, однако между большинством ИИС и ИТС существует ряд качественных различий по ряду факторов.

Локальность и распределенность. Большинство ИИС являются локальными системами и находятся в определенной точке пространства. ИТС являются пространственно распределенными системами. Это налагает дополнительно требование учета и использования пространственно-временной информации и в целом усложняет процесс анализа и управления в ИТС.

Единичность и массовость объектов управления. Большинство ИИС управляют одним объектом, хотя и анализируют большое число параметров. ИТС управляют несколькими объектами с учетом их взаимного перемещения и изменяющихся условий внешней среды. Это налагает дополнительно требование учета и использования сложных гетерогенных статистических и детерминированных моделей и усложняет процесс анализа и управления в ИТС. Это налагает дополнительно требование на ИТС по решению задач координации объектов и создания координационных моделей управления.

Локальная среда и неоднородная среда. Большинство ИИС управляют объектом, который находится в изменяющейся, но относительно однородной внешней среде. ИТС управляют несколькими объектами с учетом их взаимного перемещения в условиях существенного изменения факторов внешней среды. Это налагает дополнительно требование учета существенного изменения факторов внешней среды и использования сложных гетерогенных моделей и моделей динамики внешней среды и динамики взаимодействия с ней объекта управления.

Масштаб информационного пространства. Большинство ИИС управляют объектом на основе создания и использования информационных и интеллектуальных моделей в локальной области. ИТС управляют множеством объектов и отдельными объектами на основе организации и применения единого информационного пространства.

Минимальный масштаб действия ИТС это небольшой регион. Максимальный масштаб действия это глобальное пространство на земной поверхности. Такая особенность ИТС налагает дополнительное требование на создание единого информационного пространства в разных масштабах. В соответствии с этим возникает необходимость использования сетевых технологий управления объектами и ресурсами.

Навигация. Большинство ИИС управляют объектом, находящимся в относительно стационарных условиях в локальной области пространства. ИТС управляют объектами, положение которых необходимо определять в геоцентрических системах координат на всей земной поверхности. Это налагает дополнительное требование к ИТС по решению навигационных задач для определения местоположения объектов транспорта в любой географической точке земной поверхности.

Интеграция с методами геоинформатики. Большинство ИИС управляют объектом, находящимся в относительно стационарных условиях в локальной области пространства. ИТС управляют объектами, с использованием

пространственно временных данных и технологий их обработки, применяемых в геоинформатике. Это налагает дополнительное требование к ИТС по интеграции интеллектуальных технологий с технологиями геоинформатики или использования технологий геоинформатики при решении задач управления в ИТС [21].

Уровень развития. Большинство ИИС используют последние достижения математики, логики и технологических новинок. ИТС по концепции и принципам являются интеллектуальными, но вследствие значительно более сложных задач управления пока занимают промежуточное состояние между информационными и интеллектуальными системами. ИТС отстают от ИИС в части программных, лингвистических и логико-математических средств при реализации более сложных задач управления транспортом. Они отстают от ИИС и при осуществлении поддержки деятельности человека. Поэтому нынешнее состояние ИТС дает основание больше отнести их к «смарт» системам, чем к интеллектуальным.

Это налагает дополнительное требование к ИТС по созданию новых программных, лингвистических и логико-математических средств при реализации задач управления транспортом.

Объекты управления. ИИС и ИТС могут использоваться для управления. Для ИТС управление одна из главных функций. Объектами управления ИТС являются подвижные объекты и транспортные потоки. ИИС чаще управляет одним объектом. ИТС управляет множеством объектов.

Характер взаимодействия. ИИС функционируют независимо и чаще обслужи-

вают один объект или решают сложную задачу не связанную с пространственной информацией. ИТС функционируют в режиме реального времени и решают задачи в реальном пространстве с учетом временных ограничений. Поэтому они требуют единства координат и времени в области управления объектами.

ИТС имеют существенные отличия от информационных систем (ИС).

1. Информационные системы в качестве основы используют информацию, а ИТС в первую очередь знания и во вторую информацию.

2. Информационные системы обрабатывают информацию и предлагают варианты решений, которые принимает человек. ИТС используют знания и информацию и не только предлагают решения, но и сами осуществляют действия по принятию решений без участия человека.

Кроме того, в отличие от ИС ИТС требуют наличия двух подсистем: поддерживающей и обеспечивающей.

Заключение

Современные интеллектуальные транспортные системы являются новым типом систем управления, пришедшими на смену АСУ и информационным системам управления. Они учитывают такие важные факторы как распределенная информация и пространственные отношения. Они тесно интегрированы с космическими технологиями. Интеллектуальные транспортные системы ориентированы на систему правил как основы принятия решений. Интеллектуальные транспортные системы служат инструментом принятия решений в условиях большой сложности и больших объемов данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ададунов С.Е., Гапанович В.А., Лябах Н.И., Шабельников А.Н. Железнодорожный транспорт на пути к интеллектуальному управлению. Ростов-на-Дону, 2010. 322 с.
2. Савиных В.П., Цветков В.Я. Развитие методов искусственного интеллекта в геоинформатике // Транспорт Российской Федерации. 2010. № 5. С.41-43.
3. Майоров А.А. Пространственное когнитивное моделирование // Перспективы науки и образования. 2014. № 1. С. 33-37.
4. Tsvetkov, V.Ya. Dichotomous Systemic Analysis // Life Science Journal 2014. № 1(6). pp. 586-590.
5. Монахов С.В., Савиных В.П., Цветков В.Я. Методология анализа и проектирования сложных систем. М.: Просвещение, 2005. 264 с.
6. Соловьёв И.В. Геодезия и прикладная информатика // Вестник МГТУ МИРЭА. 2014. № 2 (3). С.126-144.
7. Соловьёв И.В., Цветков В. Я. Информационное пространство как инструмент управления в транспортной сфере // Государственный советник. 2014. № 2(6). С. 58-63.
8. Болбаков Р.Г., Маркелов В.М., Цветков В.Я. Топологическое моделирование на геоданных // Перспективы науки и образования. 2014. № 2. С.34-39.
9. Цветков В.Я. Интегральное управление высокоскоростной магистралью // Мир транспорта. 2013. № 5 (49). С. 6-9.
10. Савиных В.П. Информационное обеспечение космических исследований // Перспективы науки и образования. 2014. № 2. С. 9-14.
11. Кандрашина Е.Ю., Литвинцева Л.В., Поспелов Д.А. Представление знаний о времени и пространстве в интеллектуальных системах. М.: Наука, 1989. 328 с.

12. Поляков А.А., Цветков В. Я. Информационные технологии в управлении. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2007. 138 с.
13. Tsvetkov V.Ya. Information field // *Life Science Journal*. 2014. № 11(5). pp. 551-554.
14. Искусственный интеллект. В 3-х кн. Кн.2. Модели и методы: Справочник / Под ред. Д.А. Поспелова. М.: Радио и связь, 1990. 340 с.
15. V. Ya. Tsvetkov. Semantic environment of information units // *European Researcher*, 2014, Vol.(76), № 6-1, p. 1059-1065.
16. V. Ya. Tsvetkov. Information Units as the Elements of Complex Models // *Nanotechnology Research and Practice*. 2014, Vol.(1), № 1. p57-64.
17. V. Ya. Tsvetkov. Global Monitoring // *European Researcher*. 2012, Vol.(33), № 11-1, p.1843- 1851.
18. Цветков В.Я. Использование спутниковой навигации на железнодорожном и автомобильном транспорте [Электронное издание]: Учебно-методический комплекс дисциплины дополнительной профессиональной образовательной программы повышения квалификации специалистов по спутниковой навигации. М., МИИГАиК, 2013. 323 с.
19. Куропаткин П.В. Оптимальные и адаптивные системы. М.: Высшая школа, 1980. 270 с.
20. Тихонов А.Н., Иванников А. Д., Соловьёв И.В., Цветков В.Я. Основы управления сложной организационно-технической системой. Информационный аспект. М.: МаксПресс, 2010. 228 с.
21. Кудж С.А. Организация геоданных // *Перспективы науки и образования*. 2014. №1. С. 61-65.

REFERENCES

1. Adadurov S.E., Gapanovich V.A., Liabakh N.I., Shabel'nikov A.N. *Zheleznodorozhnyi transport na puti k intellektual'nomu upravleniiu* [Rail transport on the way to intelligent management]. Rostov-on-Don, 2010. 322 p.
2. Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ia. Development of artificial intelligence methods in Geoinformatics. *Transport Rossiiskoi Federatsii - Transport of the Russian Federation*, 2010, no. 5. pp. 41-43 (in Russian).
3. Maiorov A.A. Spatial cognitive modeling. *Perspektivy nauki i obrazovaniia - Perspectives of science and education*, 2014, no. 1, pp. 33-37 (in Russian).
4. Tsvetkov V.Ya. Dichotomous Systemic Analysis. *Life Science Journal*, 2014, no. 1(6), pp. 586-590.
5. Monakhov S.V., Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ia. *Metodologiya analiza i proektirovaniia slozhnykh sistem* [Methodology for the analysis and design of complex systems]. Moscow, Prosveshchenie, 2005. 264 p.
6. Solov'ev I.V. Geodesy and applied Informatics. *Vestnik MGTU MIREA - MSTU MIREA Herald*, 2014, no. 2 (3), pp. 126-144 (in Russian).
7. Solov'ev I.V., Tsvetkov V. Ia. Information space as a management tool in the field of transportation. *Gosudarstvennyi Sovetnik - The State Counsellor*, 2014, no. 2(6), pp. 58-63 (in Russian).
8. Bolbakov R.G., Markelov V.M., Tsvetkov V.Ia. Topological modeling geodatabase. *Perspektivy nauki i obrazovaniia - Perspectives of science and education*, 2014, no. 2, pp. 34-39 (in Russian).
9. Tsvetkov V.Ia. Integral control high-speed highway. *Mir transporta - World of transport*, 2013, no. 5 (49), pp. 6-9 (in Russian).
10. Savinykh V.P. Information support of space research. *Perspektivy nauki i obrazovaniia - Perspectives of science and education*, 2014, no. 2, pp. 9-14 (in Russian).
11. Kandrashina E.Iu., Litvintseva L.V., Pospelov D.A. *Predstavlenie znaniia o vremeni i prostranstve v intellektual'nykh sistemakh* [Representation of knowledge about time and space in intelligent systems]. Moscow, Nauka, 1989. 328 p.
12. Poliakov A.A., Tsvetkov V. Ia. *Informatsionnye tekhnologii v upravlenii* [Information technology in management]. Moscow, MGU im. M.V. Lomonosova, 2007. 138 p.
13. Tsvetkov V.Ya. Information field. *Life Science Journal*, 2014, no. 11(5), pp. 551-554.
14. *Iskusstvennyi intellekt. V 3-kh kn. Kn.2. Modeli i metody: Spravochnik / Pod red. D.A. Pospelova* [Artificial intelligence. In 3 books. 2-nd book. Models and methods: a handbook / Edited by D.A. Pospelov]. Moscow, Radio i sviaz', 1990. 340 p.
15. Tsvetkov V. Ya. Semantic environment of information units. *European Researcher*, 2014, Vol.(76), no. 6-1, pp. 1059-1065.
16. Tsvetkov V. Ya. Information Units as the Elements of Complex Models. *Nanotechnology Research and Practice*, 2014, Vol.(1), no. 1. pp. 57-64.
17. Tsvetkov V. Ya. Global Monitoring. *European Researcher*, 2012, Vol.(33), no. 11-1, pp.1843-1851.
18. Tsvetkov V.Ia. *Ispol'zovanie sputnikovoi navigatsii na zheleznodorozhnom i avtomobil'nom transporte* [Elektronnoe izdanie]: *Uchebno-metodicheskii kompleks distsipliny dopolnitel'noi professional'noi obrazovatel'noi programmy povysheniia kvalifikatsii spetsialistov po sputnikovoi navigatsii*. М., МИИГАиК, 2013. 323 с.
19. Куропаткин П.В. *Optimal'nye i adaptivnye sistemy* [Optimal and adaptive systems]. Moscow, Vysshiaia shkola, 1980. 270 p.
20. Tikhonov A.N., Ivannikov A. D., Solov'ev I.V., Tsvetkov V.Ia. *Osnovy upravleniia slozhnoi organizatsionno-tekhniceskoi sistemoi. Informatsionnyi aspekt* [Basics for the management of complex organizational and technical system. The information viewpoint]. Moscow, MaksPress, 2010. 228 p.
21. Kudzh S.A. Organization Geodata. *Perspektivy nauki i obrazovaniia - Perspectives of science and education*, 2014, no. 1, pp. 61-65 (in Russian).

Информация об авторах:
Маркелов Владимир Михайлович
(Россия, Москва)
Соискатель

Московский государственный технический
университет радиотехники, электроники и
автоматики

Соловьев Игорь Владимирович
(Россия, Москва)

Профессор, доктор технических наук,
проректор по научной работе
Московский государственный технический
университет радиотехники, электроники и
автоматики
E-mail: i.v.soloviev54@mail.ru

Цветков Виктор Яковлевич
(Россия, Москва)

Профессор, доктор технических наук,
советник ректората
Московский государственный технический
университет радиотехники, электроники и
автоматики
E-mail: cvj2@mail.ru

Information about the authors:
Markelov Vladimir Mikhailovich
(Russia, Moscow)

The applicant
Moscow State Technical University
of Radio Engineering, Electronics
and Automation

Solov'ev Igor' Vladimirovich
(Russia, Moscow)

Professor, Doctor of Technical Sciences
Pro-rector on scientific work
Moscow State Technical University
of Radio Engineering, Electronics
and Automation
E-mail: i.v.soloviev54@mail.ru

Tsvetkov Viktor Yakovlevich
(Russia, Moscow)

Professor, Doctor of Technical Sciences
The adviser of rector's office
Moscow State Technical University
of Radio Engineering,
Electronics and Automation
E-mail: cvj2@mail.ru