

УДК 004.5; 378.1

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

**Коваленко Н.И.**, д.т.н., профессор, МГУПС (МИИТ), E-mail: kni50@mail.ru, Москва, Россия

**Аннотация.** Статья посвящена анализу интеллектуальных транспортных систем. Рассмотрено состояние интеллектуальных транспортных систем. Описано различие между интеллектуальными системами и интеллектуальными транспортными системами. Раскрывается сущностное содержание интеллектуальных транспортных систем. Показано, что интеллектуальные транспортные системы позволяют преодолевать информационные барьеры. Описано развитие интеллектуальных технологий. Описано значение методов геоинформатики для функционирования интеллектуальных транспортных систем. Описаны перспективы развития интеллектуальных транспортных систем.

**Ключевые слова.** Информатика, информация, информационные ресурсы. искусственный интеллект, интеллектуальные системы. интеллектуальные транспортные системы. управление. информационное пространство.

## INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS: STATE AND PERSPECTIVES

**Kovalenko N.I.**, D.Sc.(Tech), Prof., Moscow State University of Railway Transport, E-mail: kni50@mail.ru, Moscow, Russia

**Abstract:** This article analyzes the intelligent transport systems. The state of intelligent transport systems. Describes the differences between intelligent systems and intelligent transport systems. Reveals the essential content of intelligent transport systems. It is shown that intelligent transport systems can overcome information barriers. Describe the development of intelligent technology. Described methods of geoinformatics importance for the functioning of intelligent transport systems. Describes the prospects of intelligent transport systems.

**Key words:** Computer science, information, information resources. artificial intelligence, intelligent systems. intelligent transport systems. management. information space

### Введение.

Концепция управления транспортом, основанная на применении средств механизации, автоматизации и автоматизированного управления исчерпала себя. 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) [1-5].

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: математику, логику, системный анализ, теорию транспортных систем, геоинформатику, навигацию и др. По мере развития теории и методов управления появляется возможность управления все более сложными системами.

Первоначальные идеи управления с помощью обратной связи и математических моделей переросли в идеи управления с использованием информационного пространства [6] информационных технологий [7, 8] и интеллектуальных систем [9] и т.д. 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, 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 [10]. Развитие космических технологий потребовало использовать методы космической связи и навигации для управления железнодорожным транспортом [11]. Эти технологии требуют применения интеллектуальных решений. Интеллектуальное управление эффективно реализуется лишь в информационном пространстве. Это также 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. 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 (ИТС).

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.

*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. Применение баз знаний ставить задачу получения или извлечения знаний [12-14] с учетом особенностей ИТС.

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 [15] было введено понятие первого и второго информационных барьеров по критерию сложности (невозможности) управления сложной социальной экономической системой. По существу он связывает эти барьеры с проблемой сложности [16]. Анализ эволюции общества показывает, что фактически человечество с древних времен преодолевало различные информационные барьеры, что в настоящее время переросло в проблему больших данных [17].

В истории развития человечества при управлении и развитии информационных

технологий периодически возникали новые требования (условия деятельности или управления) и проблемы, которые по существу представляли собой различные информационные барьеры. Эти проблемы или барьеры возникали: при сборе информации, хранении информации, передачи информации, увеличении объема информации, при росте сложности информационных коллекций, при повышении требований к оперативности обработки, при повышении требований к надежности передачи информации и пр.

При этом надо рассматривать информацию, не только предназначенную для обработки в «чисто» информационных компьютерных системах, но и в более широком смысле. Например, экономическую или социально-экономическую информацию. Примером преодоления социально-экономического информационного барьера обусловленного требованиями: продвижения стоимости в меновом обороте, развития товарного обращения, необходимости постоянного обмена продуктами труда и эквивалента этого обмена, основой соизмерения товаров — явились деньги.

Примером преодоления социально-экономического информационного барьера обусловленного требованиями обмена товарами и научно технической продукцией являются стандарты. Взгляд в историю развития человечества показывает, что барьеры сложности и их преодоление возникали задолго до появления ЭВМ. По мере роста объемов и сложности информации возникали проблемы и информационные барьеры анализа информации.

По мере накопления объемов информации, усложнялся процесс ее анализа и переработки, возникал информационный барьер, обусловленный низкой пропускной способностью человека как системы обработки и необходимостью обработки больших объемов информации, с которыми эта система не справлялась. Для преодоления этого информационного барьера был разработан метод классификации. Этот метод упростил работу с информацией и позволил выделять нужные классифицированные области для анализа. При этом применяли формальную, или искусственную, и естественную классификации.

Формальная классификация основана на использовании формальных принципов для распределения объектов исследования (распределения информации о них) по группам, которые базируются на сходстве признаков в пределах каждой группы; при этом сходство противопоставляется несходству, тождество - различию. В формальной логике этому соответствует правило деления, требующее, чтобы члены деления исключали друг друга. В результате формальной классификации человеком субъективно устанавливается некоторый порядок в информационных коллекциях,

уменьшающий сложность и упрощающий анализ информации. Создается его собственный информационный порядок и его искусственное упорядоченное информационное пространство.

Естественная классификация основана на выявлении и использовании объективно существующих закономерностей, отношений и существенных признаков объектов исследования на основе имеющейся о них информации и группировки этой информации. В результате естественной классификации устанавливается порядок в информационных коллекциях, уменьшающий сложность и упрощающий анализ информации, который соответствует порядку и отношениям реального мира.

После первой информационной революции стали накапливаться многочисленные библиографические источники и возникла необходимость их упорядоченного хранения. Для преодоления информационного барьера, обусловленного необходимостью хранения больших объемов информационных источников и их эффективным использованием, были созданы библиотеки. Многие из них использовали классификационные системы для упорядочения хранимых источников. Библиотеки с классифицированными каталогами облегчали работу с библиотечными фондами. Позже системы хранения информации вышли на новый этап, который привел к созданию баз данных.

В процессе управления различными государствами возникала необходимость сбора информации больших объемов и эффективного использования этой информации для управления. Возникал информационный барьер, обусловленный большой по объему и сложностью информации и необходимостью ее оперативного и эффективного использования в государственном управлении. В частности, это касалось вопросов налогообложения и права собственности на недвижимость.

Кадастровые системы Древнего Египта и в Древнем Риме были созданы как средство преодоления таких информационных барьеров, связанных с вопросами права и налогообложения.

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.

Для преодоления информационного барьера, связанного с необходимостью

перемещения информации на большие расстояния была создана почтовая служба. Затем изобретен телеграф, радио и другие средства коммуникации, которые тоже можно рассматривать как средство преодоления информационного барьера, обусловленного требованием оперативного обмена информацией.

Моделирование также является средством преодоления информационного барьера [18], когда из многоаспектного и сложного информационного описания объекта выбирается существенная часть меньшего объема и на этой основе строится меньшая по информационному объему и менее сложная по описанию модель объекта, которая исследуется вместо него.

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.

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 [19].

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 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.

### **Интеллектуальная информационная система.**

Интеллектуальная информационная система (ИИС) — комплекс технических, программных, лингвистических и логико-математических средств для реализации различных задач по осуществлению поддержки деятельности человека и самостоятельному принятию решений. Интеллектуальная информационная система может быть рассмотрена как упрощенная разновидность интеллектуальной системы. ИИС используют для решения сложных задач, для принятия решения и поиска информации.

К сфере решаемых ИИС задач относятся задачи, обладающие, как правило, следующими особенностями:

- часто в них неизвестен алгоритм решения задач (такие задачи будем называть интеллектуальными задачами);

- помимо традиционных данных в числовом формате в них используется информация в виде изображений, рисунков, знаков, букв, слов, звуков;

- решение задач может осуществляется нетрадиционными методами, например, когнитивная графика или мягкие вычисления;

- в задачах, решаемых с помощью ИИС, предполагается наличие выбора в условиях неопределенности. Многовариантность действий является существенной составляющей интеллектуальных задач.

При поиске информации ИИС могут размещаться на сайте, где пользователь задает системе вопросы на естественном языке (если это вопросно-ответная система) или, отвечая на вопросы системы, находит необходимую информацию (если это экспертная система).

Для разработки ИИС используются различные процедурные языки. Логико-математическое обеспечение разрабатывается как для самих модулей систем, так и для состыковки этих модулей. На сегодняшний день не существует универсальной логико-математической системы, которая могла бы удовлетворить потребности любого разработчика ИИС. Поэтому в каждой предметной области приходится комбинировать накопленный опыт и разрабатывать свою логику системы.

В области лингвистики тоже существует множество проблем, например, для обеспечения работы системы в режиме диалога с пользователем на естественном языке необходимо заложить в систему алгоритмы формализации естественного языка, а эта задача оказалась куда более сложной, чем предполагалось на заре развития интеллектуальных систем. Еще одна проблема — постоянная изменчивость языка, которая обязательно должна быть отражена в системах искусственного интеллекта.

Функционирование ИИС включает разные виды обеспечения: математическое, лингвистическое, информационное, семантическое, программное, техническое, технологическое, кадровое.

Основные задачи, решаемые ИИС также разнообразны. Это: управление сложными системами, интерпретация данных, диагностика, мониторинг, проектирование, прогнозирование, планирование, обучение, распознавание, поддержка принятия решений. Часто ИИС являются или служат основой функционирования экспертных систем (ЭС).

*Управление* с использованием ИИС состоит в реализации функций, поддерживающих определенный режим деятельности сложной организационно-технической системы. Такие ИИС осуществляют управление поведением сложных систем в соответствии с заданными правилами и ситуациями. На рис.1 приведена структурная схема ИИС, ориентированная на управление

Цель управления определяет действия интеллектуальной управляющей подсистемы, которая интегрировано управляет ресурсами, технологиями (средствами реализации процессов производства), структурами, связями и отношениями. Через эти три канала оказывается воздействие на объект управления.

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.



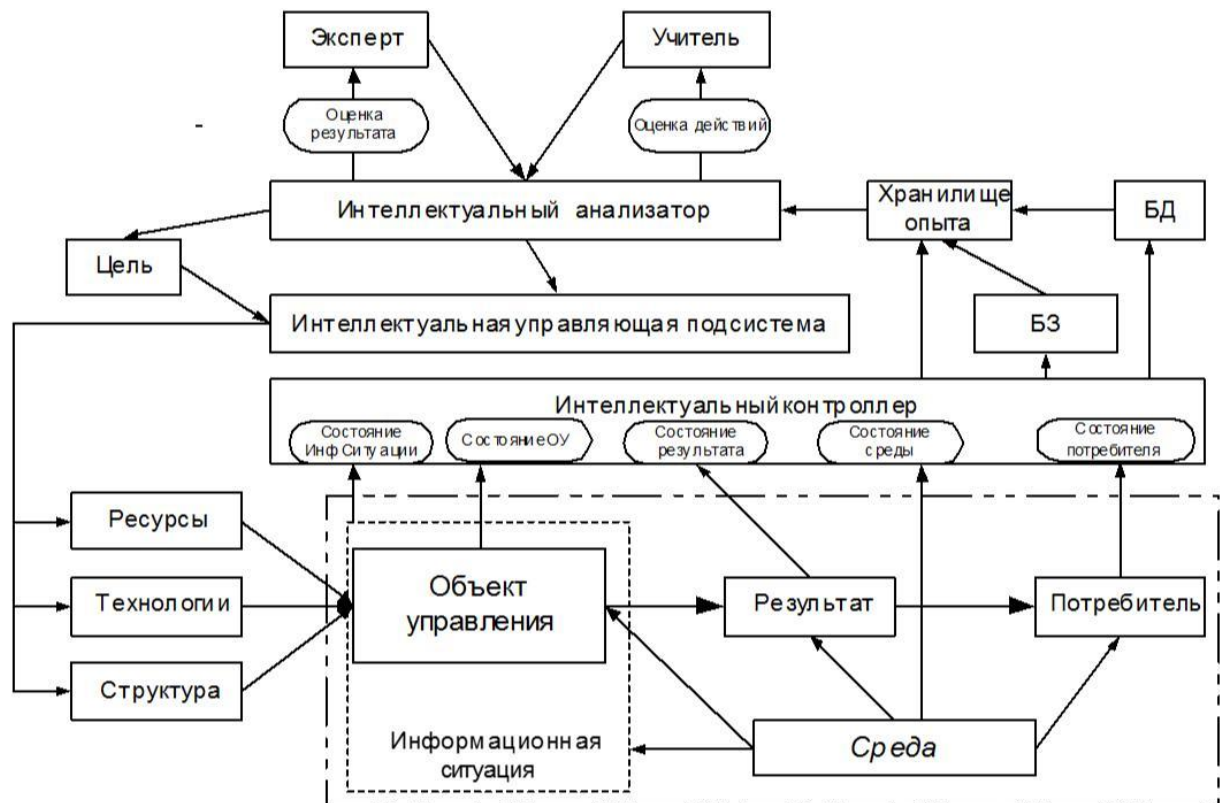


Рис.1. Структурная схема ИИС, ориентированной на управление.

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).

Группы оценок в 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 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.

*Интерпретация* данных - одна из традиционных задач для ИИС и экспертных систем. Под интерпретацией понимается процесс определения смыслового содержания информации, результаты которого должны быть согласованными и корректными.

Под *диагностикой* с помощью ИИС 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 ИИС включает непрерывный сбор информации, упорядочение, их анализ, прогнозирование и рекомендации по принятию решений. Применение ИИС направлено на оперативное выявление скрытых параметров в мониторинговой информации. Это может представить для человека проблему или невозможность нахождения в требуемый временной период.

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

*Планирование* с применением ИИС включает нахождение планов, относящихся к сложным объектам, находящимся в ситуациях описываемых сложными информационными коллекциями. В таких ИИС используются многовариантные

модели поведения объектов и методы мультикритериального анализа для получения последствий планируемой деятельности.

Под *обучением* понимается использование ИИС для освоения какой-то дисциплины или предмета. 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.

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

Интеллектуальная информационная 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 [20].

Под ИИС 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 [4].

Использование ИИС в реальной практике требует учета особенностей предметной области и характеризоваться набором признаков: оперативность принятия решений; нечеткость информации; стохастичность внешней среды, гетерогенность объектов управления; взаимовлияние связей, отношений и латентных факторов; слабая формализуемость моделей реальных ситуаций;

В общем случае все ИИС можно подразделить на три группы, решающие задачи анализа, и на системы, решающие задачи синтеза, комбинированные. В последнем случае существует класс систем, который называют «Гибридная интеллектуальная система» (ГБИС). Данная аббревиатура выбрана вследствие того, что ГИС используется для обозначения геоинформационной системы.

Гибридной интеллектуальной системой называют ИИС, в которой для решения задачи используется более одного метода имитации интеллектуальной деятельности человека. Таким образом, ГБИС — это ИИС, которая в своей основе включает совокупность следующих моделей: аналитических; имитационных статистических;

нечетких; экспертных; искусственных нейронных сетей; генетических алгоритмов и др.

Термин «интеллектуальные гибридные системы» (HIS англ. Hybrid Intelligent Systems) появился в 1992 г. Первоначально в него вкладывали смысл интеграции интеллектуальных методов экспертных систем, нейросетей и генетических алгоритмов. Экспертные системы представляли символьные методы искусственного интеллекта. Искусственные нейронные сети и генетические алгоритмы представляли адаптивные методы искусственного интеллекта. В основном, новый термин касался достаточно узкой области интеграции — экспертные системы и нейросети. Существуют другие трактовки этого направления: синергетический, семантический, технологический.

«Синергетический подход» предполагает, что только синергетическая комбинация нейронных и символьных моделей создает исчерпывающую возможность реализации в ГБИС (ИИС) когнитивных и вычислительных способностей.

«Семантический подход» предполагает, что ГБИС (ИИС) состоит из двух или более интегрированных подсистем, каждая из которых может иметь различные языки представления и методы вывода. Подсистемы объединяются вместе семантически и по действию каждая с каждой.

«Технологический подход» определяют ГБИС (ИИС) как систему, использующую более чем одну компьютерную технологию.. Интеграция технологий дает возможность использовать индивидуальную силу технологии для решения специфических частей задачи. Выбор технологий, внедряемых в гибридную систему, зависит от особенностей решаемой задачи

### **Развитие интеллектуальных информационных технологий.**

История ИИТ начинается со середины XX века, когда появился термин «Искусственный интеллект» (Artificial Intelligence). Появление ИИТ связывают с совместным практическим применением интеллектуальных информационных систем, систем искусственного интеллекта, систем поддержки решений и информационных систем. Развитие ИИТ связано также с развитием: компьютерной философии; компьютерной психологии; продвинутой компьютерной науки (англ. Advanced computer science); ситуационных центров; информационно-аналитических систем.

В качестве инструментариев ИИТ применялись: эволюционные вычисления и генетические алгоритмы, системы общения человека с компьютером на естественном языке, когнитивное моделирование, методы стратегического планирования, методы менеджмента качества и др.

С 1940-х до ранних 1970-х гг. развитие ИИТ осуществлялось в рамках логического решения задач. Для этого периода характерна четкость применяемой управленческой информации и слабая динамика объекта управления. Вместе с тем уже в 1943 году появились методы решения некорректных (обратных) задач на метризуемых пространствах. В 1947 году для моделирования сложных экономических ситуаций активно начали использоваться методы причинного нелогического вывода, которые позже легли в основу методов системной динамики, немонотонных вычислений, когнитивного моделирования.

Создание центров управления полетами, организация штабных работ с применением средств визуализации и автоматизации, зарубежные публикации на тему создания специальных ситуационных центров вдохновили в 1970-е годы инженеров на создание ситуационных комнат для совершенствования управления крупными социальными и системами. В создании таких комнат и интеллектуальных технологий больше внимания стало придаваться средствам визуализации, диалоговым системам, помогающим использовать базы знаний и модели для решения плохо структурированных проблем.

В середине 1970-х годов на основе ИИТ начинают развиваться системы поддержки принятия решений для эффективного управления ресурсами и технологий контроллинга. Появились работы и практические результаты по применению нейронных сетей, многоагентных и активных систем, оптических и голографических процессоров. В этот период созданы модели ситуационного управления регионами в периоды кризисов.

В середине 1980-х годов появились интеллектуальные технологии для ограниченной поддержки исследовательской и профессиональной деятельности лиц, принимающих решения. Практическое применение получили подходы, основанные на использовании достоверного и правдоподобного вывода, немонотонных логик и нечетких систем, лингвистических процессоров.

В конце 1980-х разработчики ИИТ акцентируются на исследовании адаптивных свойств информационных систем, учитывающих когнитивные способности человека. С начала 1990 ИИТ активно используются в стратегическом менеджменте, управлении ресурсами, реинжиниринге, создании ситуационных центров. Все более заметно внедряются интеллектуальные информационные технологии аналитической обработки больших массивов информации, технологии поддержки решений.

Эксклюзивное место в развитии ИИТ с середины 1990-х заняла разработка необходимых условий конвергентности (сходимости) процессов управления, поиска

информации и синтеза управленческих решений, направленных на обеспечение необходимых условий устойчивой сходимости этих процессов к намечаемым целям.

С 2000 года начал приобретать новое звучание процесс электронизации деятельности органов власти, бизнеса и населения. Концепция электронной демократии, предполагающая: осуществление гражданского контроля, проведение выборов и референдумов, поддержку процессов самоорганизации населения, обеспечение возможности участия населения в принятии государственных решений, расширение технологической возможности обмена мнениями – также предусматривает расширение возможностей интеллектуальных информационных технологий.

Концепции электронной коммерции, включающие: маркетинг, управление корпоративными ресурсами, повышение качества продукции и услуг, расширение доступа к капиталу, электронные торги, развитие инноваций, поддержку процессов самоорганизации бизнеса – не могла не активизировать работы по дальнейшему развитию систем поддержки решений с помощью ИИТ.

Развитие ИИТ 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, отражающие прямые, косвенные, первичные и вторичные связи между реальными объектами и их частями.

Можно выделить три дополняющих друг друга группы специализированных управленческих технологий: ресурсные (управление ресурсами); производственно-технологические (отличающиеся методами управления производственных и технологических процессов) и организационные (отличающиеся способами организации взаимодействия подразделений предприятия и взаимодействием с потребителем.).

Интеллектуальные информационные технологии дают возможность интеграции всех трех специализированных технологий, чем обеспечивает синергетический эффект и преимущество в управлении. Сети как системы человеческого взаимодействия были известны задолго до компьютерной эры, но благодаря информационной революции [21] они стали *доминирующим средством коммуникаций*. Многие ИИТ включают и

использует сетевые технологии.

**Сравнение ИТС с ИИС.** Интеллектуальные транспортные системы занимают особое место среди информационных 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 [6].

Минимальный масштаб действия ИТС это небольшой регион. Максимальный масштаб действия это глобальное пространство на земной поверхности. Такая особенность ИТС налагает дополнительные требования 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.

*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 относить 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



обслуживают 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.

### **Геоинформатика и ИТС.**

*Геоинформация* (Geoinformation, Spatial information) В широком смысле слова это - совокупность сведений и описаний об объектах и явлениях на земной поверхности, характеризующая наличием пространственных отношений между этими явлениями и объектами [14]. В прикладном значении геоинформация представляет собой формализованные геоданные в виде совокупности информационных моделей, предназначенные для использования и обработки в различных информационных системах, включая ГИС.

Причин, обуславливающих применение геоинформатики в ИТС, несколько. Первая это интеграция геоинформатики и методов искусственного интеллекта [22], которые служат основой ИТС. Вторая причина в том, что в отличие от обычных интеллектуальных систем ИТС используют только пространственную информацию. Это вытекает из необходимости решения задачи позиционирования локализации [23] транспортного средства.

Решение такой задачи возможно на основе использования геоинформации и геоданных [24]. Свойством геоинформации является интеграция трех групп геоданных данных «место», «время», «тема» в единую систему. Эта интеграция создает синергетический эффект, т.е. позволяет решать задачи, которые при разделении на отмеченные группы не решаются или решаются с меньшей эффективностью. Организация геоинформации как совокупности информационных моделей определяет ее как новый информационный ресурс [25], использование которого позволяет решать прикладные задачи. Геоинформация сочетает в себе все свойства информации и

информационных продуктов в этом ее уникальность и ценность.

В современном мире геоинформация рассматривается в качестве национального информационного ресурса многоцелевого использования. Она признана одним из универсальных интегрированных информационно-технологических средств, способствующих эффективному решению территориальных проблем управления и планирования [26].

В геоинформатике для определения местоположения объектов используют астрономические, географические, геодезические, фотограмметрические – координаты. Интеграция информационных технологий в геоинформатику привела к появлению геоинформационных технологий (ГИТ).

ГИТ - разновидность информационных технологий, связанных со сбором обработкой, хранением, представлением и передачей геоинформации и геоданных. В широком смысле ГИТ, это технологии связанные с обработкой любой пространственной информации с использованием различных автоматизированных информационных систем.

В узком смысле ГИТ совокупность взаимосвязанных процессов обработки информации в ГИС. ГИТ являются технологической реализацией всех видов моделирования в ГИС. ГИТ более тесно связаны с геоинформатикой, чем только с применением ГИС. Одним из своих основных назначений ГИТ предполагают проектирование, управление и поддержку принятия решений.

Для работы с пространственной информацией используют геоинформационные системы [27]. Это класс информационных систем, предназначенный для выполнения совместных или отдельных функций: сбора, хранения, передачи, представления, обработки - пространственной информации, включая геоинформацию.

ГИС предполагает использование в качестве основных технических средств обработки информации локализованные или распределенные информационно-вычислительные системы. Обобщенно работа ГИС включает следующие технологические процессы: сбор пространственной информации; структуризация информации; хранение информации; обработка информации, представление информации, преобразование одного вида информации в другой, извлечение знаний; передача в другую систему; построение прогнозных моделей; мониторинг; нахождение альтернатив, выработка управляющих решений. ГИС следует воспринимать как человеко-машинную систему обработки информации.

**Заключение.** Современные интеллектуальные транспортные системы являются динамически развивающимися системами. Они развиваются на основе применения

ситуационного анализа и топологического анализа [28, 29]. Большие перспективы следует ожидать от внедрения мультиагентных систем в технологии ИТС [30].

Большое значение для ИТС имеет разработка и совершенствование методов получения специальных информационных ресурсов [31].

Как специфическое направление развития следует отметить применение беспроводных технологий в работе ИТС [32].

Большие перспективы следует ожидать от применения методов геоинформационного мониторинга в ИТС [33].

В целом ИТС являются прогресситующим направлением как в области теории так и в области практических приложений [34].

### Список литературы

1. Carter A. Intelligent transport systems //The Journal of Navigation. – 2001. – Т. 54. – №. 01. – С. 57-64.
2. Fujise M. et al. Intelligent transport systems //Wireless Communication Technologies: New Multimedia Systems. – Springer US, 2002. – С. 171-200.
3. Кузмина Н. В., Львов П. А., Голубева С. С. Интеллектуальные транспортные системы // Логистика, инновации, менеджмент в современной бизнес-среде : сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., г. Саратов, 17 апр. 2013 г. / СГТУ. - Саратов, 2013. - С. 104-106.
4. Цветков В.Я., Розенберг И.Н. Интеллектуальные транспортные системы – LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Saarbrücken, Germany 2012 - 297 с
5. Кабашкин И. В. Интеллектуальные транспортные системы: интеграция глобальных технологий будущего //Транспорт Российской Федерации. – 2010. – Т. 27. – №. 2.
6. Соловьёв И.В., Цветков В. Я. Информационное пространство как инструмент управления в транспортной сфере // Государственный советник. – 2014. - №2(6). – с.58-63
7. Kuzhelev P. D. Geoinformation Technology for the Control of Transportation Objects // European Journal of Technology and Design, 2013, Vol.(2), № 2, p.129-133
8. Коваленко Н.И., Коваленко Н.А., Учёт неопределённости и риска в управлении железнодорожным транспортным комплексом // Вестник МГТУ МИРЭА «MSTU MIREA HERALD» 2014 - № 3 (4) - с. 189-194.
9. Маркелов В. М., Соловьёв И. В., Цветков В.Я. Интеллектуальные транспортные системы как инструмент управления // Государственный советник. – 2014. - №3. – с42-

49

10. Taniguchi E. et al. City Logistics. Network modelling and intelligent transport systems. – 2001/

11. Савиных В.П. Решение экономических задач с помощью системы ГЛОНАСС // Вестник МГТУ МИРЭА «MSTU MIREA HERALD» 2013 - № 1 (1) - с.164-174.

12. Иванников А.Д., Тихонов А.Н., Мордвинов В. А. Получение знаний методами информатики и геоинформатики // Вестник Московского государственного областного университета. – 2012. – №3. – с 140-142

13. Коваленко Н.И. Извлечение знаний для интеллектуальных транспортных систем // Перспективы науки и образования- 2014. - №5. – с.45-52.

14. Майоров А.А., Цветков В.Я. Геореференция как применение пространственных отношений в геоинформатике // Геодезия и аэрофотосъемка, - 2012.- №3. - с. 87 -8

15. Глушков В.М. Основы безбумажной информатики. - М.: Наука, 1987. - 557с.

16. Ожерельева Т.А. Сложность информационных ресурсов // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 4 . – стр. 80-85

17. Tsvetkov V. Ya., Lobanov A. A. Big Data as Information Barrier // European Researcher, 2014, Vol.(78), № 7-1, p. 1237-1242/

18. Астафьев А.В. Анализ применения информационных моделей в материально-техническом обеспечении // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 5 . – стр. 7-10

19. Поспелов Д.А. Логико-лингвистические модели в системах управления. М., 1981.

20. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. - С-Пб.: Питер-Пресс, 2000

21. Поляков А.А., Цветков В.Я. Прикладная информатика М.: Янус- К, 2002.- 392 с

22. Савиных В.П., Цветков В.Я. Развитие методов искусственного интеллекта в геоинформатике // Транспорт Российской Федерации. – 2010. –№ 5. – с.41-43.

23. Drane C. R., Rizos C. Positioning systems in intelligent transportation systems. – Artech House, Inc., 1998

24. Цветков В.Я. Модель геоданных для управления транспортом //Успехи современного естествознания. –2009. – №4. – с. 50-51

25. Савиных В.П., Цветков В.Я. Геоданные как системный информационный

ресурс // Вестник Российской Академии Наук, 2014, том 84, № 9, с. 826–829

26. Бахарева Н.А. Пространственная информация в региональном и муниципальном управлении // Государственный советник. – 2013. - №4. – с39-42.

27. Маркелов В.М. ГИС как системы управления транспортом . // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2013. – №2. – с.85.-87

28. Velaga N. R., Quddus M. A., Bristow A. L. Developing an enhanced weight-based topological map-matching algorithm for intelligent transport systems //Transportation Research Part C: Emerging Technologies. – 2009. – Т. 17. – №. 6. – С. 672-683.

29. Velaga N. R., Quddus M. A., Bristow A. L. Developing an enhanced weight-based topological map-matching algorithm for intelligent transport systems //Transportation Research Part C: Emerging Technologies. – 2009. – Т. 17. – №. 6. – С. 672-683

30. Zhu J., Roy S. MAC for dedicated short range communications in intelligent transport system //Communications Magazine, IEEE. – 2003. – Т. 41. – №. 12. – С. 60-67.

31. Матчин В.Т. Информационные ресурсы как инструмент научного исследования и развития // Вестник МГТУ МИРЭА «MSTU MIREA HERALD» 2014 - № 2 (3) - с.235-256

32. Fujise M. et al. Intelligent transport systems //Wireless Communication Technologies: New Multimedia Systems. – Springer US, 2002. – p.171-200

33. Markelov V.M. Application of Geoinformation Monitoring in Logistics // European Researcher, 2012, Vol.(31), № 10-1, p.1632- 1634

34. Jarašūniene A. Research into intelligent transport systems (ITS) technologies and efficiency //Transport. – 2007. – Т. 22. – №. 2. – С. 61-67