

П.Д.Кужелев

Пространственные знания для управления транспортом

Статья описывает применение пространственного знания для управления в сфере транспорта. Показано значение пространственных знаний для реализации единой транспортной политики. Показано, что усложнение управления требует применения пространственных знаний как основы интеллектуального управления. Раскрыто содержание управленческих моделей, которые формируют на основе пространственного знания.

Ключевые слова: управление, пространственное знание, транспорт, управление транспортом, пространственная информация

P.D.Kuzhelev

Spatial knowledge for traffic management

The article describes the use of spatial knowledge management in the field of transport. The article proves the importance of space knowledge for the realization of an integrated transport policy. The article proves that the management of complexity requires the use of spatial knowledge as a predictive control framework. The article reveals the content management models, which form on the basis of spatial knowledge.

Keywords: management, spatial knowledge, transportation, transportation management, spatial information

Введение

В настоящее время существует тенденция применения интеллектуальных транспортных систем и интеллектуальных логистических систем. В отличие от автоматизированных систем управления, которые используют информацию для управления, в интеллектуальных системах основой принятия решений и управления служат знания. Применительно к управлению транспортом для управления требуются пространственные знания. Это является первой основной причиной применения пространственных знаний для управления транспортом.

Начиная с середины 1950-х гг. наблюдается тенденция создания единой транспортной политики (ЕТП) Евросоюза. Выяснилось, что без ЕТП невозможно сложно добиться функционирования о единого рынка товаров и услуг в рамках Евросоюза. На основе проведенных работ к 2000-м годам ЕС имел: развитую транспортную инфраструктуру; единый технический регламент; единую тарифную сетку, при наличии конкуренцией на всех видах транспорта. Была создана уникальная система наднационального регулирования транспортной отрасли. Эта же тенденция существует в настоящее время в рамках союза Евразии. Для решения задач единой транспортной политики также требуются пространственные знания.

Третья причина состоит в усложнении транспортных сетей не только в области структуры, но и в области интенсификации перевозками, которые выдвигают новые критические параметры для решения задач управления транспортом. Возрастание требований к критическим временам принятия решения зачастую исключает возможность принятия решений человеком. В этом случае для оперативного принятия решений нужна не информация, а знания. Для управления распределенной транспортной системой нужны пространственные знания. Все это делает актуальным проведение исследований в области формирования [1] и применения пространственных знаний [2].

Один путь управления транспортом включает использование информации и автоматизированных систем управления. Информация, которая применяется в автоматизированных системах управления, требует следующих процедур: предобработки (исключение избыточности, исключение ошибок), анализа, обработки (выбор или написание алгоритма и компьютерные вычисления), построение информационного модели объекта и информационной модели ситуации, анализ ситуации, формирование управленческих моделей, поиск решений, принятие решений. В этом случае применяют базу данных (БД), которая хранит совокупность информации как сведений.

Второй путь управления включает использование интеллектуального управления, баз знаний и пространственных знаний. Пространственные знания включают поиск ситуаций и прецедентов, подсказку как можно действовать, как нужно действовать, что следует сделать и в какой последовательности. В этом случае применяют базу знаний (БЗ), которая хранит совокупность прецедентов о (ситуаций и стереотипных действий для них), правила, систему создания новых правил. Очевидно, что оперативность действий и качество решений во втором случае намного выше.

В случае высокой сложности ситуации первый путь в принципе не приемлем. Все это говорит о целесообразности применения пространственных знаний для управления транспортом, особенно в условиях усложнения ситуаций.

Опыт ЕС по развитию транспортного комплекса

Благодаря единой транспортной политике (ЕТП) [3], основанной на использовании пространственных знаний, ЕС обладает одним из самых развитых в мире региональных транспортным комплексом. Ввиду малых расстояний перевозок и высокой плотности дорог, автотранспорт прочно удерживает 1-ое место по грузообороту. По данным Еврокомиссии за 2012 г., по грузообороту автотранспорта, включая каботажные операции, лидируют ФРГ (307,0 млрд т/км), Польша (222,3 млрд т/км) и Испания (199,3 млрд т/км). По числу зарегистрированных грузовых и специализированных транспортных средств в первую тройку входят Франция (5,4 млн шт.), Испания (5,1 млн шт.) и Италия (4,1 млн шт.) [4].

Значительная часть морской перевалки грузов осуществляется через портовые системы Роттердама (395,5 млн т), Антверпена (164,5 млн т) и Гамбурга (113,5 млн т). При этом в 2012 г. перевалка контейнеров в Роттердаме составила 10,9 млн двадцатифутового эквивалента (TEU), 8,8 млн TEU в Гамбурге и 8,1 млн TEU в Антверпене. По грузообороту на внутреннем водном транспорте лидируют ФРГ (58,5 млрд т/км), Нидерланды (47,5 млрд т/км) и Румыния (12,5 млрд т/км). На эти страны приходится около 79% всего грузооборота ЕС внутренним водным транспортом [4].

Лидерами на рынке ж/д перевозок ЕС являются ФРГ (110,1 млрд т/км), Польша (48,9 млрд т/км) и Франция (32,6 млрд т/км). По числу грузового парка вагонов лидируют ФРГ (104,4 тыс. шт.), Румыния (72,6 тыс. шт.) и Польша (62,2 тыс. шт.) [4].

Наибольший объем грузооборота трубопроводной системы ЕС приходится на Польшу (19,4%), ФРГ (14,1%) и Францию (13,2%)

[4]. При этом возрастает применение интеллектуальных методов управления [5-7], космических методов [8-10] и пространственного управления на транспорте [11, 12]. Для управления транспортом широко применяют пространственные динамические модели [13].

К моменту создания ЕЭС железнодорожные системы шести стран-членов ЕС были в государственной собственности и были защищены объемным пакетом мер от конкуренции. Но уже к середине 1970-х железнодорожный транспорт стал проигрывать более открытому автотранспорту по объемам перевозок. Интенсификация железнодорожного транспорта, как сложной геотехнической системы [14] и комплексное развитие транспортных систем [15] ведет к возрастанию динамики и сложности ситуаций в управлении движением. Процесс модернизации ж/д отрасли начался в 1991 г. и закончился к середине 2000-х.

С 1980-1990-х гг. проблемой при разработке единой политики ЕС в области железнодорожного транспорта был выбор пути развития отрасли: рыночного, как, например, в Великобритании и Швеции, или патерналистского как во Франции. Была обеспокоенность того, что либерализация отрасли приведет к неконтролируемому износу инфраструктуры и снижению уровня безопасности, что в итоге привело к созданию сбалансированного плана развития ж/д отрасли в рамках Евросоюза.

Ввиду организационных особенностей, железнодорожный транспорт остается наименее подверженным влиянию рыночных механизмов Единого рынка. Объективная ограниченность пропускной способности железнодорожной инфраструктуры, а также необходимость огромных вложений в создание новых транспортных проектов и впредь будут тормозить установление полноценной конкурентной среды в отрасли.

Опыт ЕТП для Евразийского Экономического Союза (ЕАЭС)

Особенностью создания ЕАЭС является высокая внешняя и внутренняя политизация, что обуславливает специфику развития транспортной сферы. Отсюда опыт по созданию ЕТП может с условностью служить в качестве примера для Евразийской Экономической Комиссии (ЕЭК).

Началом евразийской интеграции к созданию собственной ЕТП принято считать Решение №284 ЕЭК от 25 декабря 2012 г. «О согласованной транспортной политике государств-членов Таможенного союза и Единого экономического пространства». Необходимость проведения скоординированной региональной политики в области транспорта и логистики очевидна, но на практике не всегда результативна, хотя потенциал такого сотрудничества велик. Так, по данным ЕЭК, к 2030г.

совокупный мультипликативный эффект от транспортной интеграции может составить для России более 5 млрд. долл. или +0,1% ВВП, для Казахстана более 4 млрд долл. или +0,7% ВВП, а для Беларуси 1,5 млрд долл. или 1,5% ВВП [16].

Существует ряд факторов, которые тормозят внедрение единых механизмов в транспортно-логистическую отрасль ЕАЭС. В 2013 г. на Россию, Казахстан и Беларусь, приходилось менее 1% от международных торговых потоков «Восток-Запад», в то время как в 1982 г. на долю СССР приходилось до 20%, при том, что существующий объём товарооборота между Европой и Азией оценивается в 850 млрд долл., а к 2015 г. ожидается на уровне 1,2 трлн долл. [17].

Кроме того, более 70% всей транспортно-логистической инфраструктуры ЕАЭС технически и морально устарели, а усреднённый вклад отрасли в ВВП трёх стран оценивается на уровне 6-7%, тогда как в Ирландии этот показатель равняется 14,2%, Сингапуре - 13,9%, Гонконге - 13,7%, а в ФРГ - 13% [18].

В-третьих, доля транспортно-логистических расходов в стоимости товаров для стран ЕАЭС составляет в среднем 16-20%, в то время как соответствующий агрегированный показатель для членов ЕС находится на уровне 5%. Более того, уровень контейнеризации транспортных операций, отражающий качество инфраструктуры отрасли, в ЕАЭС равняется 37 контейнерам на 1 тыс. населения против 127 шт. в ЕС [19].

Однако наибольшим упущением при разработке ЕТП ЕАЭС является неспособность договаривающихся сторон перейти к единым механизмам регулирования рынка. И именно здесь наднациональные наработки ЕС по данному вопросу могут прийти к стати.

На сегодняшний день наибольшая степень согласованности в регулировании перевозок в рамках ЕАЭС достигнута на железнодорожном транспорте. 1 января 2013 г. вступил в действие единый железнодорожный тариф трёх стран и было достигнуто решение о поддержке контр-трейлерных перевозок через морской порт Санкт-Петербурга, что приведёт к снижению транспортных расходов для не имеющего выхода к морю Казахстана в среднем на 15-20%. Также в 2014 г. правительствами России, Казахстана и Беларуси путём передачи активов своих контейнерных перевозчиков была образована Объединённая Транспортная и Логистическая Компания (ОТЛК), которая должна обеспечить внутренний рынок ЕЭП услугой сквозной перевозки контейнеров с последующим выходом на международный рынок, тем самым став краеугольным камнем всей ЕТП объединения. Ожидается, что к 2022 г. ОТЛК удастся до-

стичь объёма перевозок контейнеров в 1-1,5 млн (TEU), замкнув на себе 2-3% контейнерных потоков между ЕС и Китаем [16]. При этом геоинформатика является связующим звеном при интеграции экономики и пространственного управления [20].

Усложнение управления

Интенсификация железнодорожного транспорта, как сложной геотехнической системы [14], динамика транспортных систем [15] ведет к возрастанию динамики и сложности ситуаций в управлении движением. Это в свою очередь влечет рост информационной нагрузки на лицо принимающее решение. В таких условиях целесообразным является переход на интеллектуальное управление. Интеллектуальное управление [8] включает пространственное управление [11] и систему поддержки управления.

Кроме сложности на сегодняшний день, развитие автоматизированных систем управления сталкивается с ростом информационных объемов перерабатываемых данных. Для руководителей железных дорог появляется информационная потребность систематизировать, анализировать и прогнозировать эти данные для принятия обоснованных управленческих решений. Одновременно с убыстрением темпов развития информационных технологий сокращается время, отпущенное на принятие решений, а тем более, решений, принимаемых в кризисных ситуациях.

Повышение информационной нагрузки на ЛПР и сокращение необходимых сроков принятия решений повышают риск «человеческого фактора» и неопределенность [21] принятия решений. Все эти проблемы либо упрощаются с применением пространственного управления. За рубежом появилось новое направление "пространственная экономика", которая отражает важность пространственного управления, как новой формы управления. Следует отметить, что ряд функций пространственного управления реализуют ситуационные центры ОАО «РЖД» [22].

Пространственное управление имеет три аспекта развития: использование геоинформационных технологий, использование пространственных знаний [23], применение когнитивных и интеллектуальных технологий [24].

Технологическое направление пространственного управления состоит в разработке методов и технологий анализа и управления, снижающего нагрузку на ЛПР. Это направление использует геоинформационный подход информационные методы управления. Поэтому для РЖД в этом направлении неотъемлемой частью становятся методы геоинформатики. Геоинформатика интегрирует методы дистанционного зондирования. Поэтому для ситуационного анализа и оперативной оценки

в качестве инструмента оперативного отображения реальной ситуации могут применяться данные, полученные с помощью спутниковых технологий.

Геоинформатика дает возможность использования для управления важного фактора – пространственной информации для распределения ресурсов в пространстве, анализа пространственных ситуаций. Геоинформатика в отличие от информатики создает и применяет интегрированную модель геоданных [25], на основе которой становится возможным создание интегрированной системы управления транспортом. При этом геоинформатика является связующим звеном между получением пространственных знаний и их использованием. Именно пространственное знание дает возможность развивать интеллектуальные транспортные системы. Основными преимуществами интеллектуальных транспортных систем являются:

- адаптивность во взаимодействии с любыми внешними электронными источниками информации;

- возможность оперативного анализа большого количества информации;

- возможность непрерывной долговременной работы;

- возможность работы с моделируемыми сценариями динамических ситуаций;

- высокая адаптивность к запросам пользователя разнообразной информации;

- решение управленческих задач в ситуациях, когда человек не в состоянии принять оперативное решение из-за сложности ситуации, объема информации.

Последнее свойство определяет преимущество интеллектуального пространственного управления перед другими направлениями и делает его наиболее перспективным. Одной из особенностей пространственного управления является необходимость создания единой координатной среды [26] и координатного обеспечения. При пространственном управлении и особенно при интеллектуальном управлении необходимы пространственные знания которые получают на основе пространственной информации и геоинформации. Пространственное управление транспортными системами проводят в реальном пространстве. поэтому значительная часть знаний, применяемых в этом управлении является пространственными знаниями.

Пространственное знание как подмножество представляет собой объединение декларативного (D), процедурного (P) и конфигурационного (F) координатного (C) - множеств. В теории искусственного интеллекта описание знания как декларативного и процедурного является основой. В пространственном управлении появляется еще две со-

ставляющих знания: конфигурационная, которая отвечает за форму; координационная, которая отвечает за локализацию и положение в пространстве. Именно эти составляющие дают отличие пространственного знания от знания, применяемого в искусственном интеллекте. Пространственное знание является основой пространственного управления. Его получают методами геоинформатики, в которой используют геоданные представляющие собой новый информационный ресурс [25].

Пока пространственное управление строится на эвристических методах. Перспективным направлением следует считать применение для распределенного пространственного управления мультиагентных систем.

Управленческие модели, формируемые на основе пространственного знания

Опыт управления показал, что для эффективного использования пространственных знаний в системах управления нужны новые управленческие модели [27]. Эти новые модели имеют ряд специфических характеристик, отличающих их от управленческих моделей в автоматизированных системах управления.

С одной стороны они исключают участие человека, с другой должны учесть ситуации, когда человек подключается к управлению, как управляющая система или часть управляющей системы

При использовании интеллектуальных систем и технологий управления человек в явной или неявной форме присутствует всегда. По крайней мере, команды на запуск, остановку, модернизацию или обновление информации и моделей дает человек. Кроме того, алгоритмы работы автоматизированных и интеллектуальных систем должны быть «обозримы» и «воспринимаемы» человеком, что предполагает включении когнитивной области человека в управление.

В практике управления с использованием пространственных знаний применяют модели, которые можно охарактеризовать как человеко анализируемые. Свойствами этих управленческих моделей являются: обозримость, воспринимаемость, функциональность, целевая определенность [27], ситуационная определенность, полнота, достоверность, актуальность, точность, согласованность, надежность и т.д. Совокупность этих свойств создает условия для применимости моделей в практической деятельности и определяет качество управления. Рассмотрим эти свойства.

Обозримость – свойство моделей, состоящее в том, что человек (в рамках своего человеческого интеллекта) в состоянии обозреть совокупность параметров и связей, входящих в модель и понять данную модель как целое.

Воспринимаемость – свойство моделей, состоящее в том, что человек (в рамках сво-

его человеческого интеллекта) в состоянии воспринять и понять данную модель как отражение объективной реальности или ее практическое назначение. Если модель необозрима или не воспринимается, она, как правило, отвергается и не применяется человеком [27].

Функциональность – свойство моделей, состоящее в том, что данная модель (по мнению человека) может выполнять ряд функций, которые человек в состоянии определить и задать.

Целевая определенность состоит в том, что модель может быть использована для достижения целей, которые человеку понятны и приемлемы.

Ситуационная определенность состоит в том, что модель может быть использована в известных ситуациях, которые человеку понятны и им анализируемы.

Полнота - свойство моделей (информации), характеризующее их достаточность (по мнению человека) для принятия решений или выполнения заданных человеком функций или достижения поставленных человеком целей.

Достоверность - свойство моделей (информации), характеризующее (по мнению человека) корректно и адекватно отражать объективную (по мнению человека) реальность.

Актуальность - свойство моделей соответствовать (по мнению человека) текущему моменту времени. Актуальность подразумевает наличие некоего порога устаревания модели.

Точность - свойство моделей соответствовать (по мнению человека) по заданному им критерию определенной степени близости реальному состоянию объекта или процесса.

Согласованность - свойство моделей (по мнению человека или по заданному им критерию) соответствовать другим подобным моделям и их функциям, не нарушая целостной (по мнению человека) картины мира.

Надежность - свойство моделей (по мнению человека или по заданному им критерию), отражающее возможность получения корректного результата с применением данной модели при условии внешних возмущающих воздействий на модель или изменении (в определенных человеком границах) ее параметров.

Выше выделенные курсивом фрагменты обычно опускается при описании моделей. Однако они задают определенную условность, как при создании моделей, так и при их применении. Эта условность моделей зависит от человеческого интеллекта и применяемых им критериев. Выражение «по мнению человека» можно заменить более точным термином «уровень человеческого интеллекта».

При использовании интеллектуальных систем управления говорят об информационных и интеллектуальных ресурсах. Перечисленные свойства определяют интеллектуальные ресурсы, получаемые на основе пространственного знания. Эти ресурсы должны быть обозримы и воспринимаемы.

При использовании интеллектуальных транспортных систем и интеллектуальных логистических систем возникает объективная необходимость в дополнительных интеллектуальных ресурсах. В тоже время уровень этих ресурсов всегда повышает требования к квалификации человека. Поэтому управленческие модели должны быть не только обозримы и воспринимаемы, но соответствовать уровню интеллекта специалиста практика.

Заключение

Пространственные знания служат основой автоматизированного управления и основой интеллектуального управления на транспорте. Получение и применение пространственных знаний является одним из ключевых направлений повышения эффективности деятельности ОАО РЖД и основой развития управления. Современное управление на транспорте в первую очередь является технологическим и эвристическим и во вторую очередь аналитическим. Это обусловлено тем, что рост пространственной информации исключает ее адекватный анализ человеком. Пространственное знание позволяет на порядки уменьшить время принятия решений и информационной объем управленческой информации. Пока следует констатировать высокий уровень автоматизированного пространственного управления на эвристическом уровне и слабый уровень применения пространственных знаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цветков В.Я. Формирование пространственных знаний. – М.: МАКС Пресс, 2015. – 68 с.
2. Розенберг И.Н., Вознесенская М.Е. Геознания и геореференция. // Вестник Московского государственного областного педагогического университета. -2010. - № 2. - с. 116-118.
3. Розенберг И. Н. О единой транспортной политике в сфере железнодорожного транспорта // Славянский форум, 2015. - 3(9) - с.2 44-250.
4. Шемятенков В.Г. Европейская интеграция. - М. Международные отношения, 2003. - 400 с.
5. Розенберг И.Н., Цветков В.Я. Среда поддержки интеллектуальных систем // Транспорт Российской Федерации. – 2011. –№ 6. – с. 6-8.
6. Розенберг И.Н. Вопросы стандартизации в сфере ИТС // Славянский форум. - 2012. – 2 (2). - с. 218-223.

7. Александров А.В. Интеллектуальное управление // Славянский форум, 2016. -1(11). – с.15-22.
8. Розенберг И. Н., Цветков В. Я., Романов И. А. Управление железной дорогой на основе спутниковых технологий // Государственный советник. – 2013. - №4. – с. 43-50.
9. Розенберг И.Н., Цветков В.Я. Космическая геоинформатика: Учебное пособие. - М.: МГУПС (МИИТ), 2015. – 72 с.
10. Майоров А.А. Применение космических технологий для управления // Государственный советник. – 2014. - №3. – с. 38-41.
11. Розенберг И.Н. Пространственное управление в сфере транспорта // Славянский форум, 2015. - 2(8) - с.268-274.
12. Розенберг И.Н., Цветков В.Я. Семиотическое управление транспортными системами // Славянский форум, 2015. - 2(8) - с. 275-282.
13. Розенберг И. Н., Цветков В. Я. Создание динамической пространственно-временной модели управления железной дорогой // Геодезия и картография. – 2010. - №8. – с. 48-51.
14. Цветков В.Я., Кужелев П.Д. Железная дорога как геотехническая система //Успехи современного естествознания. –2009. – №4. – с. 52.
15. Сафронов Э. А. Транспортные системы городов и регионов - М.: Изд-во АСВ. – 2005.
16. Евразийская Экономическая Комиссия [Электронный ресурс]//Режим доступа: <http://www.eurasiancommission.org/tu/nae/news/Pages/08-12-2014-1.aspx>.
17. Баймухамедова Г.С., Алмагамбетова Ш.Т. Железнодорожный транспорт и экономика Республики Казахстан// Проблемы Права и Экономики. 2014. Выпуск 6. № 2. С. 8-11.
18. Кузьмина Л.В. Повышение конкурентоспособности экономики на основе создания региональных транспортно-логистических центров // Проблемы экономики, организации и управления в России и мире: Материалы III международной научно-практической конференции (22 октября 2013г.) / отв. редактор Уварина Н.В. - Прага: World Press, 2013. С. 139-143.
19. Pak Y., Sarkisov S. Ideals and realities of the transport complex of the Single Economic Space (SES)//The International Journal of Interdisciplinary Global Studies. 2014. No. 8. p. 15-27.
20. Цветков В.Я. О пространственных и экономических отношениях // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. - №3. – с.115-117.
21. Коваленко Н.И. Учёт неопределённости при управлении транспортным комплексом // Государственный советник. – 2014. - №3. – с. 50-54.
22. Наумович Р. И. Построение системы ситуационного управления чрезвычайными ситуациями в ОАО «РЖД» // Надежность. – 2010. – №. 4.
23. Кулагин В. П., Цветков В. Я. Геознание: представление и лингвистические аспекты // Информационные технологии. - 2013. - №12. - с.2-9.
24. Розенберг И.Н. Когнитивное управление транспортом // Государственный советник. – 2015. - №2. – с47-52
25. Цветков В.Я. Модель геоданных для управления транспортом // Успехи современного естествознания. -2009. - №4. - с.50-51.
26. Подшивалов В. П. Основы формирования координатной среды автоматизированных технологий //Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. В, Прикладные науки. – 2004. – №. 1. – С. 86-89.
27. Розенберг И.Н., Цветков В.Я. Свойства управленческих моделей // Славянский форум, 2012. - 1(1) - с.245-249

Информация об авторе:

Кужелев Павел Дмитриевич
(Россия, Москва)

Доцент, кандидат технических наук
Научный сотрудник ОАО НИИАС

Information about the author:

Kuzelev Pavel Dmitirevich
(Russia, Moscow)

Associate Professor, PhD in Technical Sciences
Researcher of JSC NIIAS