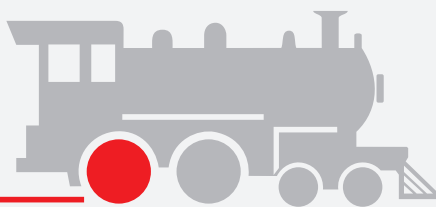


сетевое издание

НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ



ЕЖЕКВАРТАЛЬНОЕ СЕТЕВОЕ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ИЗДАНИЕ

В ВЫПУСКЕ

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Лёвин Б.А., Цветков В.Я.

«ОБЪЕКТНЫЕ И СИТУАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ТРАНСПОРТОМ»

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ

Аверченков Е.О., Данько С.В.

«АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА»

Смирнова О.Ю., Герасимчук К.Е.

«СТРУКТУРИЗАЦИЯ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ОРГАНИЗАЦИЮ ПРИГОРОДНОГО СООБЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА»

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ НА ТРАНСПОРТЕ

Дышленко С.Г.

«ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА»

Матчин В.Т.

«ОБНОВЛЕНИЕ ТЕМПОРАЛЬНОЙ БАЗЫ ДАННЫХ В ТРАНСПОРТНОЙ СФЕРЕ»

ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Дзюба Ю.В., Павловский А.А.

«ОСОБЕННОСТИ СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Охотников А.Л.

«ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ТРАНСПОРТОМ»

Тамаркин В.М., Лобанова Т.Э.

«ТЕХНОЛОГИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В РАМКАХ ИДЕОЛОГИИ ЦИФРОВОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ»

№ 2

Июнь 2017



Стратегия развития железных дорог

Лёвин Борис Алексеевич, Цветков Виктор Яковлевич

Объектные и ситуационные модели при управлении транспортом

2

Интеллектуальные системы и технологии на транспорте

Аверченков Егор Олегович, Данько Сергей Владимирович

Актуальные задачи модернизации системы управления движением поездов
Московского метрополитена

11

Смирнова Ольга Юрьевна, Герасимчук Ксения Евгеньевна

Структуризация факторов, влияющих на организацию пригородного сообщения
железнодорожного транспорта

23

Геоинформационные технологии и системы на транспорте

Дышленко Сергей Геннадьевич

Пространственные задачи определения координат объектов железнодорожного транспорта

31

Матчин Василий Тимофеевич

Обновление темпоральной базы данных в транспортной сфере

39

Цифровые методы на железнодорожном транспорте

Дзюба Юрий Владимирович, Павловский Андрей Александрович

Особенности стандартизации в области информационных технологий

47

Охотников Андрей Леонидович

Информационные модели при управлении транспортом

60

Тамаркин Владислав Михайлович, Лобанова Татьяна Эрнестовна

Технологии промышленного интернета вещей
в рамках идеологии цифровой железной дороги

76

УДК: 519.876.5

ОБЪЕКТНЫЕ И СИТУАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ТРАНСПОРТОМ

- Лёвин Б.А.** д.т.н., профессор, ректор, Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II, E-mail: tu@miit.ru, Москва, Россия
- Цветков В.Я.** д.т.н., профессор, зам. руководителя Центра, ОАО НИИАС, E-mail: cvj2@mail.ru, Москва, Россия
- Аннотация.** Статья описывает результаты исследования объектных и ситуационных моделей при управлении транспортом. Раскрывается содержание объектной и ситуационной информационных моделей. Показано сходство и различие между этими моделями. Раскрывается содержание статических и динамических информационных ситуаций. Показано различие между информационной ситуацией по взаимодействиям и информационной ситуацией по состояниям. Предложен метод использования модели информационной ситуации для оценки информационной неопределенности при принятии решений.
- Ключевые слова:** информация, транспорт, управление, моделирование, информационная модель объекта, информационная модель ситуации, информационная неопределенность, функция доверия, функция правдоподобия.

OBJECT AND SITUATIONAL MODELS IN THE MANAGEMENT OF TRANSPORT

- Levin B.A.** D.ofSci(Tech), Professor, Rector, Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), E-mail: tu@miit.ru, Moscow, Russia
- Tsvetkov V.Ya.** D.ofSci.(Tech), Professor, deputy head of Center, JSC "NIIAS", E-mail: cvj2@mail.ru, Moscow, Russia
- Annotation.** The article describes the results of the study of object and situational models in the management of transport. The article reveals the content of the object and situational information models. The article describes the similarity and difference between these models. The article reveals the content of static and dynamic information situations. The article describes the difference between the information situation on interactions and the information situation on states. The article suggests a method of using the information situation model to assess information uncertainty in decision-making.
- Keywords:** Information, transport, management, modeling, information model of the object, information model of the situation, information uncertainty, belief functions, plausible reasoning.

Введение. Современное управление транспортом характеризуется возрастанием объемов информации, ростом сложности управленческих ситуаций и сокращением допустимого времени принятия решений особенно для высокоскоростного транспорта. В определенной степени эти факторы являются следствием проблемы «больших данных» [1], характерной для

разных направлений. Дополнительным фактором управления является проблема уменьшения или устранения информационной неопределенности [2], которая имеет две причины. Первая причина неопределенности состоит в нехватке необходимой информации для принятия решения. Вторая причина неопределенности состоит в чрезмерном избытке информации, которая требует значительного времени для анализа и нахождения полезной информации, что может быть сопоставимо с допустимым временем принятия решения. Одним из радикальных решений в управлении транспортом является информационный подход [3], включающий применение различных информационных моделей для управления. Модели транспортных систем [4, 5] предназначены для выявления резервов развития сферы транспортных услуг, повышения качества транспортной работы и прогнозирования транспорта. Информационное моделирование на транспорте не является простым переносом методов информатики и моделей в сферу транспорта. Оно требует новой организации информационных и электронных ресурсов и применения новых моделей. Это делает актуальным исследование и разработку таких моделей.

Виды информационных моделей при управлении транспортом. Объектные модели описывают объекты. Наиболее ярким представителем таких моделей в информационной области является информационная модель объекта (ИМО). Ситуационные модели описывают ситуацию, в которой находятся объекты. Одной из таких моделей является информационной модели ситуации (ИМС), или информационной ситуации. Эти информационные модели близки между собой и имеют сходство и различие. Но они не являются единственными для описания объектов и ситуаций. Существуют обобщающие модели, например, модель информационной конструкции [6], которая при необходимости может описывать как объект, так и ситуацию.

Основное различие между ИМО и ИМС - масштаб действия. Общим является то, что они являются производными от понятия информационная модель. Информационная модель объекта ИМО [7] определяется как взаимосвязанная совокупность параметров, наиболее важных связей и отношений. Термин «наиболее важных» определяет, что в модель включаются существенные связи и отношения, а несущественные исключаются. Это общее свойство любых моделей, в том числе и не информационных. Формальное описание ИМО приведено в выражении (1).

$$\text{ИМО} = F1(\text{Po}, \text{Cint}, \text{Cex}, \text{Rint}, \text{Rex}, \text{I1}, \text{I2}, \text{SO}) \quad (1)$$

где Po – параметры объекта, Cint – внутренние связи между частями объекта, Cex – внешние связи с другими объектами и со средой, Rint - внутренние информационные отношения между частями объекта, Rex – внешние информационные отношения, I1 – информационные взаимодействия объекта с другими объектами и со средой, I2 информационные воздействия на объект. SO – системность объекта (необязательное свойство).

Объект может быть частью другого объекта как более сложной системы или может быть самостоятельной системой обладающей целостностью и системностью. В последнем случае появляется свойство системность объекта SO .

На рис.1 приведена информационная модель объекта. Внутренняя структура не показана, обозначена через Po , Cint , Rint . Связи и взаимодействия показаны сплошными линиями, отношения - пунктирными. Взаимодействия показаны двойными стрелками, воздействия

показаны односторонними стрелками. Связи без взаимодействия показаны прямыми линиями без стрелок.

Область существенного влияния на объект выделена. Остальные объекты в этой модели отсутствуют и показаны через внешние связи и отношения. Целевое назначение ИМО – описание индивидуального объекта.

Информационная модель ситуации (информационная ситуация [7]) ИМС определяется как взаимосвязанная совокупность параметров, наиболее важных связей и отношений для данной ситуации. Целевое назначение ИМС – описание качественно разных ситуаций: взаимодействия объектов, описание поведения одного или совокупности объектов в данной ситуации, описание динамики ситуации безотносительно к объектам.

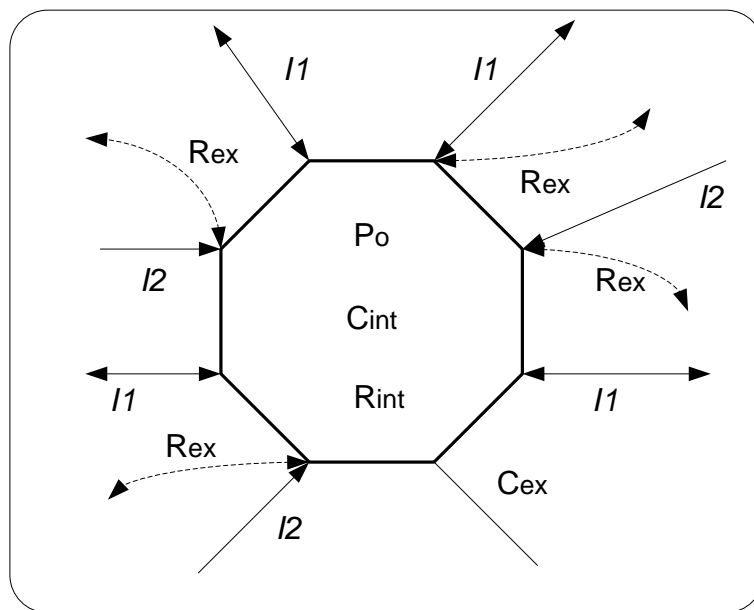


Рис.1. Информационная модель объекта как совокупность связей и отношений с внешней средой.

Ситуация имеет всегда больший масштаб чем модель объекта. Информационная ситуация более разнообразна чем ИМО. Она имеет предметную ориентацию. Например информационная ситуация взаимодействия объектов, информационная ситуация движения объекта, информационная ситуация состояния объекта. Формально модель ИМС приведена в выражении (2).

$$ИМС = F2(Ps, Co, Cp, Ros, Rps, S) \quad (2)$$

где Ps – параметры ситуации, Co – связи между объектами, Ros – отношения между объектами, IS1 – информационные взаимодействия между объектами, IS2 – информационные воздействия, S – системность.

На рис.2 приведен пример информационной ситуации по взаимодействиям. На нем условно показаны 7 объектов.

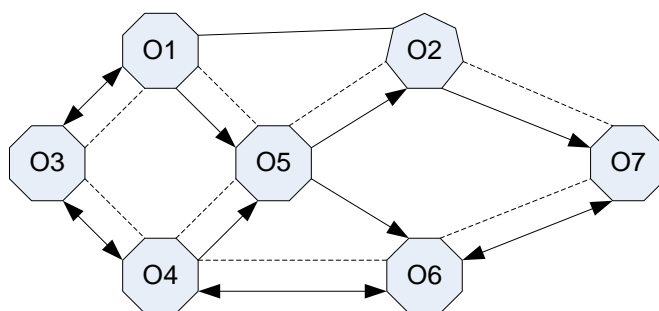


Рис.2. Пример закрытой информационной ситуации по взаимодействиям.

Объекты обозначены через O_i , отношения показаны пунктиров, Связи и взаимодействия показаны сплошными линиями, отношения - пунктирными. Взаимодействия показаны двойными стрелками, воздействия показаны односторонними стрелками. Закрытая информационная ситуация чаще всего обладает свойством системности, то может быть рассмотрена как сложная система со всеми системными свойствами. Отношения дополняют состояния. Это могут быть отношения иерархии, отношения эквивалентности и др.

На рис.3 приведена информационная ситуация по состояниям. Связи между состояниями показаны непрерывными линиями. Состояния обозначены шестиугольниками и не заштрихованы. Объект (O) обозначен восьмиугольником и заштрихован.

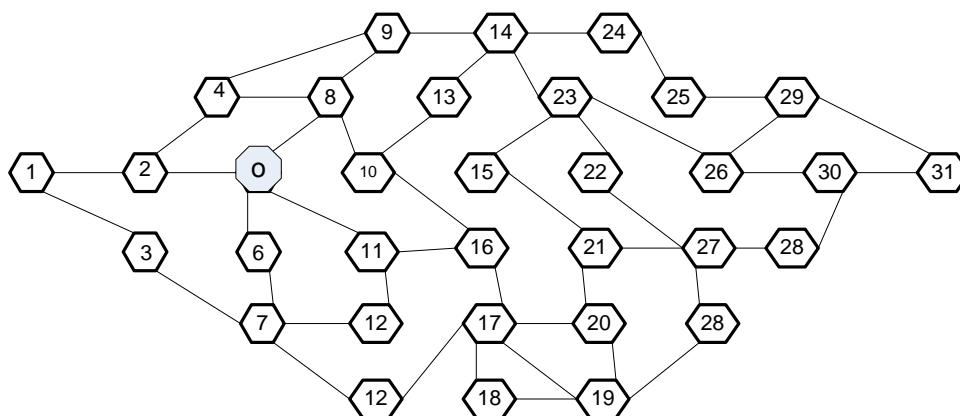


Рис.3. Информационная ситуация по состояниям.

Рис.3 может отображать множество ситуаций. Например: поезд находится на станции отправления (условно состояние 1); поезд находится на промежуточной станции (условно состояние 5 или O); поезд находится на станции прибытия (условно состояние 31).

Информационная ситуация по состояниям описывает один объект, перемещающийся по возможным фиксированным состояниям. Информационная ситуация по состояниям строится, когда есть начальное и целевое состояние. Если цель не определена четко, а имеет некая целевая парадигма, то от управления по состояниям переходят к управлению по позициям [8]. Пример такой ситуации связан с рынком, когда одной из парадигм управления является обеспечение конкурентоспособности. В этом случае проводят сравнительный анализ и определяют позицию объекта в информационной ситуации. Сравнивая позицию объекта с позицией других объектов вырабатывают стратегию улучшения позиции объекта «O» с учетом

изменения позиций других объектов. Такое управление является динамическим и требует применения динамической модели ситуации. термин позиция употребляет в двух значениях. Пространственная позиция, которая описывает перемещение объекта в пространстве и параметрическая позиция, которая характеризует позицию объекта по выбранному критерию, например конкурентно способность или надежность.

Таки образом для полноты рассмотрения транспортных объектов необходимо применять динамические модели. Перемещение транспорта осуществляется по транспортной сети, аналог которой приведен на рис.3. Для описания изменения во времени применяют динамические модели.

Динамические модели включают фактор времени, по этой причине именно они служат основой управления как временного процесса [9, 10]. При перемещении ИМО, как правило, стационарна по внутренним характеристикам. Динамика проявляется в первую очередь на модели информационной ситуации

$$\text{ИМС}(t) = F3 [\text{Ps}(t), \text{Co}(t), \text{Cp}(t), \text{Ros}(t), \text{Rps}(t)] \quad (3)$$

В процессе динамики информационная ситуация рис.3 характеризует перемещение объекта, изменение его состояния и позиции. Часто при таком анализе применяют топологические модели [11]. Топологические модели решают не только задачи выбора пути, но оценивают риск перемещения, текущую и итоговую стоимость перевозки.

При моделировании необходимо принимать во внимание, что объекты транспорта и транспортная инфраструктура находятся в реальном пространстве. Поэтому для построения информационных моделей необходимо использовать пространственную информацию и пространственные модели [12]. Пространственные модели могут описывать ситуацию. В отдельных случаях для моделирования управления необходимо использовать пространственные знания [13]. Включение пространственных факторов в моделирование приводит к необходимости применения методов геоинформатики и геоинформационных моделей [14]. Кроме того, современное пространственное моделирование широко использует космические технологии. В силу этого при моделировании применяют интеграцию технологий дистанционного зондирования и геоинформатики.

В общем информационное моделирование при управлении транспортом требует использования разнообразных информационных и не информационных моделей. Это ставит дополнительную задачу интеграции качественно разных моделей [15] в единую среду для совместного анализа и управления.

Информационная ситуация как инструмент оценки неопределенности. Причинами информационной неопределенности могут быть разные факторы, но из них можно выделить три, из которых две диаметрально противоположные: недостаток информации; избыточность информации, которая в когнитивных терминах проявляется как «необозримность» и «не воспринимаемость». Третий фактор обусловлен развитием высокоскоростного транспорта и состоит в требовании сокращения времени на принятие решений. Эти три причины можно назвать объективными. Дополнительно к ним повышение информационной нагрузки на ЛПР влекут рост риска, обусловленного «человеческим фактором». Информационная неопределенность мотивирована разными «не факторами» [16]: не осведомленность, не

информированность, не истинность информации (заблуждение), не адекватность моделирования.

Не осведомленность и не информированность близкие понятия, но между ними есть различие. Неосведомленность больше носит субъективный оттенок. Она может возникать при наличии осведомляющей информации, но не полученной ЛППР по субъективным причинам. Не информированность обусловлена отсутствием информации.

Не истинность информации (заблуждение) связана с наличием «правдоподобной» но не истинной информацией. Целью научного исследования, информационного взаимодействия и диагностики является познание истины. Однако вследствие неправильных исходных посылок, неправильной трактовки условий, логических ошибок и т.п. - результатом информационного взаимодействия может быть заблуждение. Под заблуждением [17] обычно понимают определенный вид ложных высказываний, отличающихся от прочих тем, что такое ложное высказывание принимается за истинное.

Проблемы информационного моделирования для устранения неопределенности связаны в основном тем, что информационная неопределенность обусловлена неадекватностью моделей, отражающих реальную ситуацию. В настоящее время информационное моделирование является точным методом, позволяющим создавать качественно разные модели: ситуаций, процессов, объектов, явлений. Это позволяет эффективно устранять такую неопределенность.

Рассмотрим ситуационные модели содержащие неопределенность. Простейшая «Поезд опаздывает на станцию прибытия». Это констатирующая модель, которая содержит неопределенность без какой либо количественной меры.

На практике возможно применение моделей, содержащих количественные оценки неопределенности. Например, поезд прибывает во время на станцию с вероятностью 0.5, другая ситуация, поезд опаздывает на станцию прибытия с вероятностью 0.15. Эти ситуации разнородны и вместе создают сложную информационную ситуацию.

Сложная информационная ситуация содержит истинную и не истинную информацию. Для обработки такой информации применяют теорию Демпстера-Шафера. Теория Демпстер - Шафера (ТДШ) [18] математическая теория свидетельств, основанная на функции доверия (belief functions - Bel) и функции правдоподобия (plausible reasoning - Pl), которые используют, чтобы скомбинировать части разнородной информационной ситуации для вычисления вероятности событий. Теория была развита Артуром П. Демпстером и Гленном Шафером [18].

Функция доверия представляет собой вероятность события

$$Bel: P(X) \rightarrow [0, 1]$$

Пусть X — универсум: набор всех состояний системы (рассматриваемых утверждений). Мощность множества 2^X содержит все подмножеств множества X , включая пустое множество \emptyset . Например, если:

$$X = \{a, b\}$$

то

$$2^X = \{ \emptyset, \{a\}, \{b\}, X \}$$

Элементы множества мощности могут быть взяты для представления предложений относительно фактического состояния системы, содержащего все и только те состояния, в

которых утверждение верно. Теория доказательства присваивает массу убеждения каждому элементу набора мощности. Вводится понятие массы (m), заимствованное частично из физики частично из теории вероятности. Формально функция

$$m: 2^X \rightarrow [0,1]$$

Называется базовым убеждением (basic belief assignment - BBA), когда оно имеет два свойства.

1. Во-первых, масса пустого множества равна нулю:

$$m(\emptyset)=0$$

2. Массы оставшихся элементов показательного множества нормированы на единичную сумму:

$$\sum_{A \in P(x)} m(A) = 1$$

Масса $m(A)$ элемента A , заданного члена набора, выражает долю всех релевантных и доступных доказательств, которые подтверждают утверждение о том, что фактическое состояние принадлежит A , но не подмножеству A . Значение $m(A)$ относится *только* к множеству A и не создаёт никаких дополнительных утверждений о других подмножествах A , каждое из которых, по определению, имеет свою собственную массу. Исходя из приписанных масс, можно определить верхнюю и нижнюю границы вероятностного возможностей интервала.

Этот интервал содержит точную величину вероятности рассматриваемого подмножества $P(A)$ (в классическом смысле), и ограничен двумя неаддитивными непрерывными мерами, называемыми доверие (*belief*) (или поддержка (*support*) и правдоподобие (*plausibility*):

$$Bel(A) \leq P(A) \leq Pl(A)$$

Доверие $Bel(A)$ к множеству A определяется как сумма всех масс собственных подмножеств рассматриваемого множества:

$$Bel(A) = \sum_{B \downarrow B \subseteq A} m(B)$$

Правдоподобие $Pl(A)$ — это сумма масс всех множеств B , пересекающихся с рассматриваемым множеством A :

$$Pl(A) = \sum_{B | A \cap B \neq \emptyset} m(B)$$

$$Pl(A) = 1 - Bel(\bar{A})$$

для всех $A \in P(X)$.

Отношения между функцией доверия и функцией правдоподобия иллюстрированы на рис.4

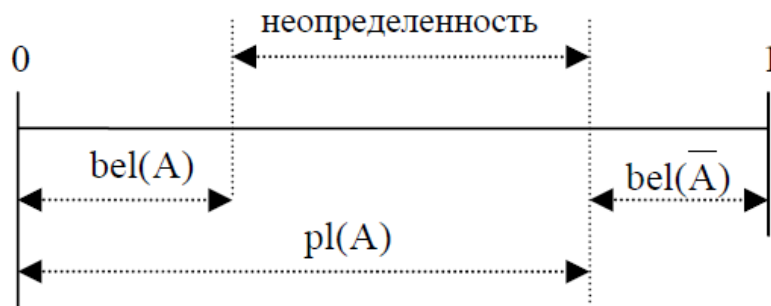


Рис.4. Отношения между функцией доверия и правдоподобия.

ТДШ позволяет интерпретировать доверие и правдоподобие как границы интервала возможного значения истинности гипотезы: Это выглядит так

Доверие \leq какая-то мера истинности \leq правдоподобие.

При этом постулируется, что:

Доверие к гипотезе определяется как сумма масс свидетельств, однозначно поддерживающих гипотезу.

Правдоподобие определяется как «единица – сумма масс всех свидетельств, противоречащих или опровергающих гипотезу». По существу ТДШ использует нечеткий оппозиционный подход. Различие между утверждением и оппозиционным утверждением определяет область неопределенности.

Например, пусть у нас есть гипотеза «поезд прибывает по расписанию». Если для неё доверие 0.5 и правдоподобие 0.85, то это значит, что у нас есть свидетельства (общей массой 0.5), однозначно указывающие, что поезд прибывает по расписанию; но имеются и свидетельства (общей массой 0.15), однозначно указывающие, что поезд не прибывает по расписанию (доверие «поезд не прибывает» = $1 - 0.85 = 0.15$). Оставшаяся масса (дополняющая 0.5 и 0.15 до $1.0 = 0.35$), она же — зазор между правдоподобием 0.85 и доверием 0.5, соответствует «неопределённости» или наличию свидетельства, что поезд точно есть, но не говорящих ничего о том, прибывает он во время или не прибывает. Интервал $[0.5; 0.85]$ характеризует неопределённость истинности исходной гипотезы, исходя из имеющихся свидетельств.

Таким образом, модель информационной ситуации с включением вероятностных характеристики позволяет оценивать неопределенность не только качественно, но и количественно. Это дает возможность использовать такие оценки в автоматизированных и интеллектуальных системах для повышения качества и надежности управления.

Заключение. Применение объектных и ситуационных моделей при управлении транспортом является одним из направлений повышения эффективности деятельности транспорта и основой развития управления. Современное управление на транспорте все больше переходит от эвристического к автоматизированному и интеллектуальному. Трудность такого перехода связана с трудностью формализации ситуаций содержащих неопределенность. предложенный метод позволяет формализовать неопределенность и проводить автоматизированную обработку таких ситуаций. Объектные и ситуационные модели позволяют на порядки уменьшить объем информации, анализируемый человеком и

использовать такие модели для принятия решений в ситуационных комнатах. В тоже время теория Демпстера -Шафера является только одним из подходов к оценке неопределенности и нуждается в дальнейшем развитии.

Список литературы

1. Чехарин Е.Е. Большие данные: большие проблемы // Перспективы науки и образования. - 2016. - №3. - с.7-11.
2. Цветков В.Я. Информационная неопределенность и определенность в науках об информации // Информационные технологии. - 2015. - №1. -с.3-7.
3. Коваленко Н.И. Информационный подход при построении картины мира // Перспективы науки и образования. - 2015. -№6. - с.7-11.
4. Левин Б.А., Мамаев Э.А., Багинова В.В. О концепции построения моделей производственно-транспортных систем// Наука и техника транспорта. 2003. № 4. С. 8-17.
5. Мамаев Э.А. Особенности транспортных систем и специфика их моделирования //Системное моделирование социально-экономических процессов. Часть 2./ тез. докл. и сообщ. XXV межд.науч. шк.-семина. им. акад. С.Шаталина. - М.:ЦЭМИ РАН, 2002. - С. 92.
6. Дешко И.П. Информационное конструирование: Монография. – М.: МАКСПресс, 2016. – 64с. ISBN 978 -5-317-05244-7.
7. Цветков В.Я. Информационные модели объектов, процессов и ситуаций // Дистанционное и виртуальное обучение- 2014. - №5. - с.4- 11.
8. Цветков В.Я. Когнитивное управление. Монография - М.: МАКС Пресс , 2017. - 72с. ISBN 978-5-317-05434-2.
9. Неймарк Ю. И., Коган Н. Я., Савельев В. П. Динамические модели теории управления. – 1985.
10. Барабанов И. Н. и др. Динамические модели информационного управления в социальных сетях //Автоматика и телемеханика. – 2010. – №. 11. – С. 172-182.
11. Маркелов В.М. Применение топологических моделей геоданных для оптимизации транспортных маршрутов // Славянский форум. - 2012. – 2 (2). - с.56-61.
12. Павлов А.И. Цифровое моделирование пространственных объектов// Славянский форум, 2015. - 4(10) – с.275-282.
13. Кужелев П. Д. Пространственные знания для управления транспортом // Государственный советник. – 2016. - №2. – с17-22.
14. Бутко Е. Я. Геоинформатика как метод построения картины мира // Славянский форум. - 2017. -1(15). – с.34-41.
15. Цветков В.Я. Ресурсность и интегративность сложной организационно технической системы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2016. - №5. (часть 4) – с.676-676.
16. Нариньяни А.С. НЕ-факторы: краткое введение.// Новости искусственного интеллекта. - Вып.2/2004. -М: КОМКНИГА, 2006 , с. 52 – 63.
17. Тихонов А.Н., Цветков В.Я. Методы и системы поддержки принятия решений. - М.: МаксПресс, 2001. -312с.
18. Shafer, Glenn; Dempster-Shafer theory, 2002.

УДК: 629.423:656.25

АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

Аверченков Е.О. Начальник отдела, ОАО «НИИАС», E-mail: e.Averchenkov@vnias.ru, Москва, Россия

Данько С.В. Главный специалист, ОАО НИИАС, E-mail: s.danko@vnias.ru, Москва, Россия

Аннотация Существующая система централизованного управления движением поездов Московского метрополитена, включающая в себя системы подвижного состава, системы интервального регулирования, электрическую централизацию, систему диспетчерского управления имеет ряд резервов повышения качества управления. Возможность оперативной адресной доставки актуального расписания движения непосредственно машинисту позволит повысить качество управляющих воздействий в системе «диспетчер - подвижной состав», а непрерывный контроль состояния поезда обеспечит систему диспетчерского управления своевременной обратной связью с целью выявления возмущений в движении на ранних стадиях их возникновения.

Ключевые слова: Московский метрополитен, управление движением, подвижной состав

ACTUAL PROBLEMS OF MODERNIZATION OF THE SYSTEM CONTROL THE MOVEMENT OF TRAINS OF THE MOSCOW METRO

Averchenkov E.O. Head of Department, JSC "NIAS", E-mail: e.Averchenkov@vnias.ru Moscow, Russia

Dan'ko S. V. Chief Specialist, JSC "NIAS", E-mail: s.danko@vnias.ru, Moscow, Russia

Annotation The existing system of centralized traffic control of the Moscow metro, including a train systems, railway signaling and interlocking systems, supervisory control system has a number of ways to improve the quality of management. It is proposed to provide system of centralized traffic control by appropriate tools to improve the quality of separate train units management and the quality of traffic management in general. Increasing the quality of traffic management is possible without changing the existing standing order, bringing to the locomotive driver the ability to work with the actual timetable and implementation semiautomatic train driving according to actual timetable. Also realized the opportunity to inform targeted locomotive drivers directly from the supervisory control system. The possibility of rapid current timetable on-board delivery will improve the quality of control actions in the "dispatcher-train" chain, and continuous monitoring of the train status will provide supervisory control system forehanded feedback to identify disturbing actions in the traffic at the early stages.

Keywords: The Moscow metro, traffic control, traffic supervisory control system

Введение

Московский метрополитен [1], как транспортная пассажирская система общественного пользования, является одной из самых высоконагруженных транспортных систем мира [2],

уступая в общем количестве перевезённых пассажиров только некоторым метрополитенам густонаселённых мегаполисов Азии, но превосходя их при этом в интенсивности движения поездов. Он перевозит 7-9 млн. пассажиров ежедневно, обеспечивая более половины всех пассажирских перевозок общественным транспортом в Москве (для сравнения, Токийский метрополитен, лидер по абсолютному количеству перевозимых в день пассажиров, обеспечивает только 22% всех пассажирских перевозок). Московский метрополитен сегодня имеет 13 линий, более 345 км пути (в двухпутном исчислении) и 206 станций. Также с линиями Московского метрополитена интегрирована транспортная система железнодорожного сообщения – Московское Центральное кольцо (Малое кольцо Московской ж.д.), запущенное в эксплуатацию в сентябре 2016 г. В настоящее время МЦК обеспечивает перевозку не более 500 тыс. пассажиров в день (кольцевая линия городских электропоездов в Токио – более 3,5 млн. пассажиров).

Согласно планам Правительства Москвы [3], в период 2013-2020 гг. должен быть обеспечен прирост порядка 150 км пути и 70 станций метрополитена, а также увеличена степень связности линий метрополитена и МЦК путём строительства обеспечивающих её транспортно-пересадочных узлов.

Активное развитие транспортной системы Московского метрополитена неизбежно приводит к увеличению сложности объекта и процессов управления и накладывает дополнительные требования к качеству управления работой транспортного комплекса. Несмотря на высокие пассажиропотоки и интенсивность движения, процесс управления движением в настоящее время имеет ограниченный уровень автоматизации. Необходимо отметить, что автоматизация процесса управления движением поездов осуществляется на протяжении всего времени существования метрополитена, а на настоящий момент, в контексте осуществляемого развития метрополитена, вступает в новый этап. На этом этапе возрастает актуальность модернизации инструментов, призванных обеспечить должный уровень автоматизации процесса управления движением.

Описание существующего процесса управления движением

Обобщенная схема процесса управления движением

Обобщённая схема существующего процесса управления движением, сложившегося в Московском метрополитене представлена на рисунке 1.

На схеме представлен процесс управления движением, осуществляемый из диспетчерского пункта поездным диспетчером. Поездной диспетчер осуществляет централизованное согласованное управление объектами напольной инфраструктуры (с помощью систем электрической централизации и дежурных-централизаторов) и движением парка подвижного состава (отдавая команды машинистам подвижных единиц). Движение осуществляется в соответствии с заранее подготовленным графиком и расписаниями движения.

На представленной схеме Поездной диспетчер:

- Осуществляет мониторинг движения и состояния подвижного состава и напольной инфраструктуры.
- Осуществляет управление движением подвижного состава – выдаёт команды управления подвижным составом машинисту (посредством голосового канала).
- Осуществляет управление напольной инфраструктурой – выдаёт указания дежурному по посту централизации (посредством голосового канала или путём выдачи диспетчерских

приказов и распоряжений в режиме местного управления) либо (самостоятельно или при помощи диспетчеров-централизаторов) управляет устройствами посредством диспетчерской централизации (режим диспетчерского управления).

Дежурный по посту централизации выдаёт команды управления объектами путевой инфраструктуры посредством системы электрической централизации.

Машинист осуществляет управление электросоставом при помощи системы управления составом (бортом) в соответствии с действующим расписанием движения и указаниями поездного диспетчера, поступающими по голосовому каналу. Инструментов автоматизации управления электросоставом в данной схеме не предусмотрено.

Система управления бортом передаёт информацию о состоянии состава в Систему диспетчерского управления. Однако, состав этой информации и периодичность её передачи на данный момент недостаточны для качественного решения задач управления движением (выделено на схеме рисунка 1). Система электрической централизации передаёт информацию о состоянии путевой инфраструктуры в Систему диспетчерского управления. Система управления составом (бортом) и Система электрической централизации взаимодействуют между собой в рамках задачи обеспечения безопасного движения подвижного состава посредством локомотивной сигнализации (система АЛС/АРС).

До поездного диспетчера, машиниста, дежурного по станции, дежурного по посту централизации доводятся заранее составленные плановые графики/расписания движения. При этом частично автоматизирована работа с графиком только поездного диспетчера. Инструментов работы с графиком/расписаниями движения в текущей системе управления не предусмотрено.

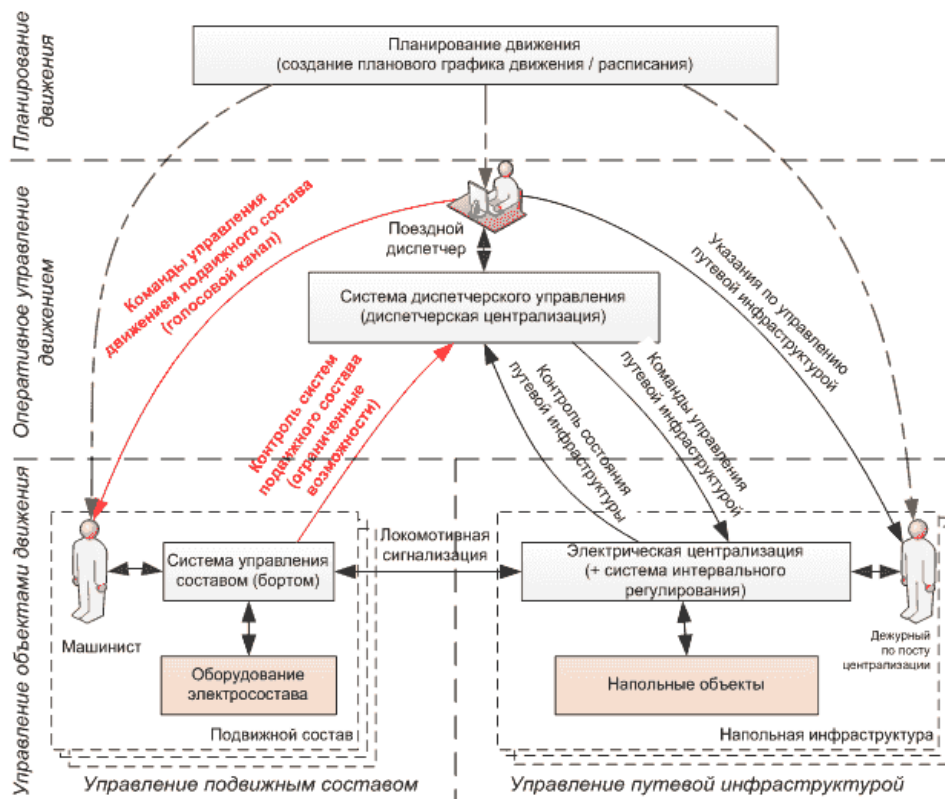


Рисунок 1. Схема существующего процесса управления движением Московского метрополитена

Проблемы существующего процесса управления движением

Сложившийся в Московском метрополитене к настоящему моменту процесс управления движением обладает рядом недостатков, которые препятствуют повышению эффективности и качества перевозок. Основные проблемы с точки зрения управления движением включают:

- осуществление оперативного взаимодействия (связь) диспетчера с подвижным составом (машинистом) исключительно голосом с использованием радиоканала плохого качества;
- отсутствие инструментов автоматизации деятельности машиниста (автоматизация движения поезда / выполнения расписания, работа с расписанием / коррекция расписания не автоматизирована);
- отсутствие инструментов для работы с графиком/расписанием движения у всех вовлечённых в процесс управления движением сторон (диспетчер, машинист, дежурный по посту централизации);
- отсутствие инструментов оперативного мониторинга состояния подвижного состава затрудняет своевременную диагностику неисправностей и оценку их критичности, что при существующей интенсивности движения может приводить к существенным эксплуатационным издержкам.

Следствиями этих проблем являются:

- затруднения в организации согласованного оперативного управления множеством единиц подвижного состава (зона ответственности диспетчера), влияние которых будет возрастать в ходе дальнейшего развития транспортной системы;
- повышенная нестабильность исполнения расписания движения отдельными подвижными единицами (существенным является человеческий фактор – подготовка и опыт машиниста);
- практическая невозможность использования диспетчером существующих (весьма ограниченных) резервов восстановления («нагона») графика движения даже при небольших возмущениях, что чревато эффектом «накопления возмущений» и перерастанию их в нештатную ситуацию;
- значительное время ликвидации произошедших нарушений/сбоев движения;
- невозможность осуществления прогноза состояния движения отдельными его участниками, что может приводить в том числе к неравномерности движения поездов и остановкам поездов на перегонах;
- невозможность полного использования потенциала существующих систем интервального регулирования АЛС/АРС (затруднено достижение парности, заложенной при проектировании инфраструктуры);
- невозможность реализации энергетически оптимальной стратегии движения как отдельных подвижных единиц, так и парка подвижного состава, находящегося на линии.

Предпосылки комплексной автоматизации

Проблемы, перечисленные выше, обусловлены следующими недостатками, как самого процесса управления, так и существующих инструментов автоматизации (в т.ч. отсутствием соответствующих инструментов автоматизации):

- Работа с графиком движения автоматизирована, как правило, на уровне диспетчерского управления, и обеспечивает лишь возможность визуального контроля выполнения графика

самим диспетчером без организации автоматической регистрации отклонений и выдачи соответствующих уведомлений; отсутствует возможность оперативной корректировки графика движения и автоматизированной передачи изменений на исполнительные уровни управления (состав, блок-пост).

— Распространение графика движения (расписания) между участниками движения осуществляется с использованием бумажных носителей.

— Связь поездного диспетчера с участниками движения осуществляется в значительной степени с использованием голоса.

— Малая степень автоматизации диктует необходимость наличия большого количества квалифицированного оперативного персонала, участвующего в процессе управления движением.

— Низкая оперативность управления (невозможность быстрого изменения расписания движения, резервы оперативной ликвидации нарушений движения ограничены), что во многом является следствием реализации контура управления «диспетчер-машинист» посредством голосовой связи.

Цели и задачи модернизации

Решение указанных выше проблем возможно путём модернизации системы управления движением. Целью модернизации системы управления движением является улучшение качества процесса управления движением подвижного состава эволюционным путём с внесением минимальных изменений в технологический комплекс и существующее организационное обеспечение (существующие регламенты, устоявшиеся техпроцессы). Модернизация предполагает решение ряда задач, перечисленных ниже, в привязке к основным выгодоприобретателям:

С точки зрения пассажиров:

— повышение предсказуемости работы метрополитена и, как следствие, снижения вероятности попадания в дискомфортные ситуации в случае возникновения различного рода сбоев работы линий (например, снижение вероятности нахождения в поезде, остановившемся в тоннеле на длительный срок);

— повышение равномерности движения поездов;

— повышения «качества» (снижение времени и повышение комфортности) процесса выхода из нештатных ситуаций.

С точки зрения руководства метрополитена:

— повышение уровня и своевременности информирования руководства метрополитена, как в штатном режиме эксплуатации, так и в случае возникновения нештатных ситуаций, что позволяет принимать оперативно и обоснованно соответствующие решения;

— улучшение процесса планирования пассажироперевозок как результат ретроспективного анализа уточнённых оценок пассажиропотоков.

В масштабе метрополитена в целом:

— преодоление ограничений на количество управляемых единиц подвижного состава в ходе модернизации и расширения метрополитена, в то время как в существующей системе данное существенное ограничение неявно присутствует из-за несовершенства используемых инструментов управления;

- уменьшение последствий от возникающих нештатных ситуаций и затрат на восстановление движения;
- уменьшение влияния человеческого фактора в ходе выполнения графика движения и ликвидации последствий сбоев движения;
- оптимизация энергопотребления – оптимизируется расход электроэнергии в результате автоматизированного управления как отдельными подвижными единицами, так и согласованного управления несколькими составами.

Решение озвученных выше задач возможно путём модернизации системы управления движением, которая подразумевает комплексный подход к автоматизации процесса управления движением поездов с ликвидацией присущих данному процессу недостатков.

Возможные пути осуществления модернизации системы управления движением Модернизация системы управления движением на основе систем типа СВТС

Указанные выше проблемы, присущие процессу управления движением поездов могут быть устранены внедрением системы управления, изначально подразумевающей сквозную автоматизацию процесса. Примером систем такого типа являются системы типа СВТС [4], обеспечивающие решение широкого спектра задач: от задач обеспечения безопасности движения поездов (путём реализации системы интервального регулирования) до задач согласованного управления парком подвижного состава, осуществляющего движение на линии.

Необходимо отметить, что системы типа СВТС применительно к использованию в Московском метрополитене обладают рядом особенностей и недостатков:

- требуется полностью пересмотреть концепцию обеспечения безопасности движения по отношению к существующей инфраструктуре Московского метрополитена (существующим системам интервального регулирования типа АЛС/АРС);
- использование радиоканала в системах, к которым предъявляются повышенные требования к обеспечению безопасности (системах интервального регулирования), недостаточно проработано, в том числе с точки зрения доказательства безопасности;
- на настоящий момент отсутствует отечественная практика применения систем такого рода;
- внедрение систем типа СВТС требует коренных изменений регламентов, техпроцессов, необходимости изменения нормативной и эксплуатационной базы относительно существующих систем Московского метрополитена;
- отсутствует преемственность с существующими системами управления, что обуславливает невозможность использования существующей инфраструктуры и необходимость замещения всех компонентов, отвечающих за безопасность движения;
- система типа СВТС представляет собой решение, предполагающее комплексное внедрение, что подразумевает невозможность перехода на такую систему эволюционным путём;
- несмотря на свою сложность, система типа СВТС требует наличия резервной системы интервального регулирования, обеспечивающей полноценный контроль безопасности движения;
- система типа СВТС отличается большой сложностью и стоимостью внедрения;
- повышенная по сравнению с существующими системами сложность управления и администрирования;

— системы типа СВТС отличает повышенная сложность и длительность внедрения на функционирующих объектах;

— предполагаемые эффекты от внедрения систем типа СВТС с большой заявляемой пропускной способностью будут нивелированы ограничениями существующей инфраструктуры (проектная пропускная способность существующих и строящихся линий согласно действующим нормативам – 40 пар поездов в час).

Указанные особенности ставят под вопрос целесообразность использования в ближайшее время систем типа СВТС при модернизации системы управления движением.

Модернизация системы управления на основе существующей инфраструктуры

Таким образом, подход, предполагающий внедрение систем управления типа СВТС, зачастую обходится весьма и весьма дорого с различных точек зрения, особенно, если речь идёт о реконструкции действующих систем управления движением. Как альтернатива описанному подходу, предлагается осуществлять модернизацию системы управления движением на основе существующей инфраструктуры с использованием как существующих инструментов управления движением, выполняя их модернизацию, так и создание ряда отсутствующих на настоящий момент компонентов, таких как:

— инструментов автоматизации деятельности машиниста (интеллектуальная система автоведения в составе обновлённой системы управления бортом);

— инструментов для работы с графиком движения у всех заинтересованных сторон (диспетчер, машинист, дежурный по посту централизации) в едином информационном пространстве;

— надёжного канала оперативного взаимодействия диспетчера с подвижным составом с применением современных технологий связи.

Основные положения предлагаемого подхода

Подразумевается, что предлагаемая модернизация системы управления движением:

— **Не затрагивает** основу существующей системы управления движением – системы, обеспечивающие безопасность движения поездов (ЭЦ, АЛС/АРС).

— **Не подразумевает** переделку базовых регламентов/технологических процессов – только коррекцию и дополнение в разрезе использования вновь появляющихся инструментов и переделку существующей инфраструктуры управления движением (в противоположность системам типа СВТС).

— **Подразумевает** комплексный подход к автоматизации процесса управления движением – ликвидируются существующие «белые» пятна процесса управления (не автоматизируемые процессы), развитие/дополнение уже существующих (создающихся) систем, таких как АСДУ ДПМ (автоматизированной системы диспетчерского управления движением поездов метрополитена), бортовых систем управления, создание новых (под)систем, таких как система связи с подвижным составом, система позиционирования подвижного состава и т.д.; уменьшение влияния человеческого фактора.

В качестве первоначальных предлагаемых мер по модернизации процесса управления движением в Московском метрополитене с минимальными изменениями существующих регламентов работы предлагается:

— Создание интеллектуальной подсистемы автоматизированного ведения поезда в рамках системы управления подвижным составом.

— Реализация в составе системы диспетчерского управления движением поездов метрополитена инструментов работы с графиком движения поездов, включающих инструменты регистрации отклонений от графика, перестроения графика движения, оперативной корректировки графика.

— Автоматизация процесса управления подвижным составом путём организации канала взаимодействия «поезд – напольная инфраструктура» для решения задач:

- Непрерывного контроля состояния поезда и его систем на уровне диспетчерского управления.
- Контроля и автоматизированного управления движением поезда согласно расписанию движения с использованием интеллектуальной системы автоматизированного ведения при непосредственном участии машиниста.
- Передачи оперативной информации между диспетчером и машинистами.

Предложения по модернизации системы управления движением Московского метрополитена. Обобщённая схема модернизированного процесса управления

Обобщённая схема предлагаемого к реализации модернизированного процесса управления движением представлена на рисунке 2. В рамках приведённой схемы вводятся дополнительные каналы взаимодействия «Диспетчер-Машинист» и «АСДУ-подвижной состав» (выделены на схеме рисунка 2 зелёным цветом) и реализуются новые инструменты в рамках систем диспетчерского управления и управления бортом. Введение дополнительных каналов взаимодействия позволит нивелировать существующие недостатки, перечисленные выше. Необходимо отметить, что модернизация процесса управления не подразумевает изменения сферы ответственности машиниста, а предоставляет ему набор инструментов для более эффективной реализации им своих функций.

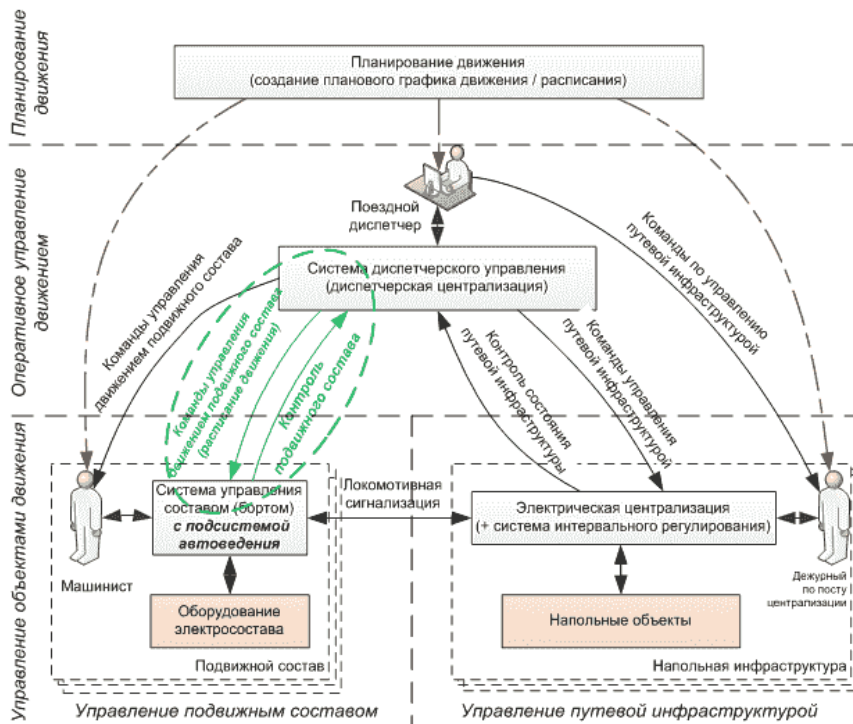


Рисунок 2. Обобщенная схема модернизируемого процесса управления движением поездов Московского метрополитена

Обобщённая архитектура модернизируемой системы

Обобщённая архитектура модернизированной системы представлена на рисунке 3. На схеме представлены модернизируемые и вновь создаваемые компоненты системы управления движением.

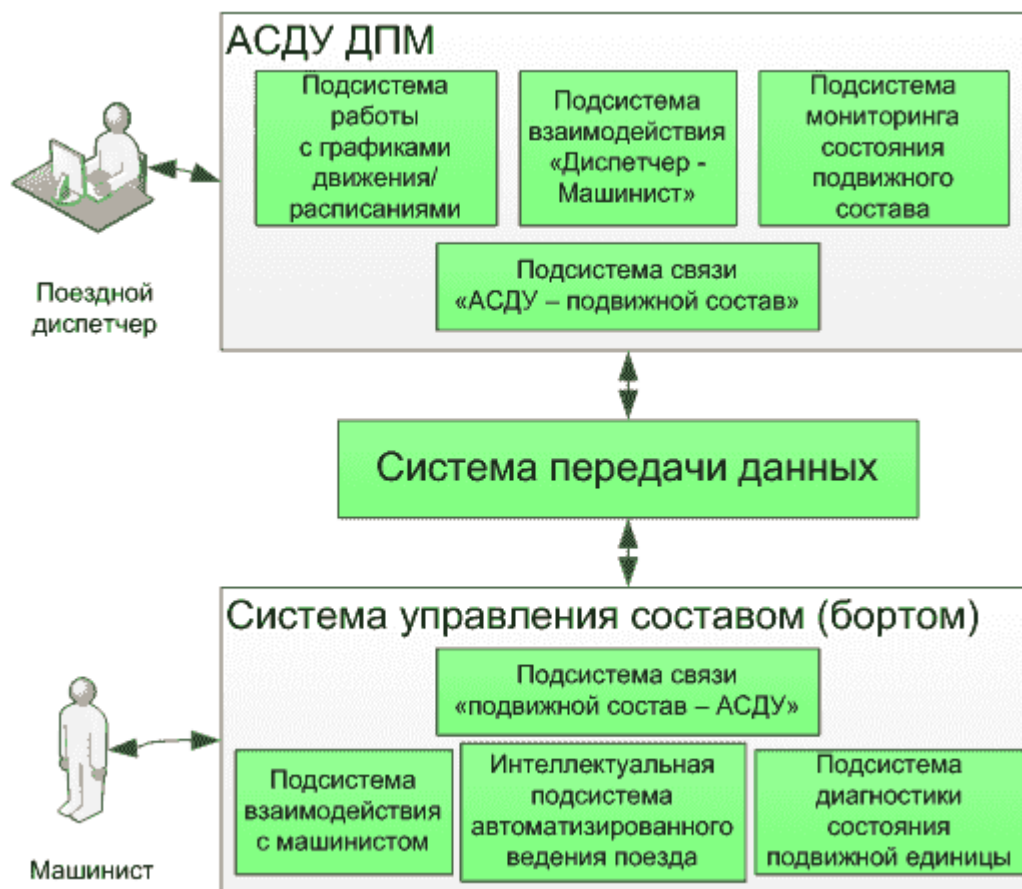


Рисунок 3. Обобщенная архитектура модернизируемой системы

Компоненты АСДУ ДПМ

В рамках модернизированной АСДУ ДПМ предполагается реализация следующих основных компонентов:

- подсистема работы с графиками движения/расписаниями;
- подсистема взаимодействия «диспетчер-машинист»;
- подсистема мониторинга состояния подвижного состава;
- подсистема связи «АСДУ – подвижной состав».

Подсистема работы с графиками движения/расписаниями должна реализовывать следующую функциональность:

- Построение, контроль и анализ графиков исполненного движения и графиков прогнозного движения на основе плановых графиков движения и информации о текущем поездном положении и состоянии подвижного состава и напольных устройств.
- Формирование возможных вариантов организации движения (с учётом необходимых диспетчерских воздействий) на основе результатов проводимого анализа графиков исполненного и прогнозного движения.

— Выбор варианта организации движения и построение актуального графика движения на основе выбранного варианта.

— Преобразование актуального графика движения в набор расписаний с указанием допустимых отклонений от каждого из расписаний. Сформированные расписания передаются посредством Системы передачи данных в Систему управления составом (бортом) с обязательной валидацией актуализированного расписания машинистом.

— Ведение информации об актуальных ограничениях движения.

— Агрегацию и визуализацию уведомлений о нарушениях нормальной работы линии.

Подсистема взаимодействия «диспетчер-машинист» должна реализовывать следующую функциональность:

— Формирование и выдача диспетчерских воздействий и уведомлений (адресная доставка) машинисту.

— Получение ответной реакции машиниста (в том числе подтверждение восприятия) на выдаваемые диспетчерские воздействия и уведомления.

Подсистема мониторинга состояния подвижного состава должна обеспечивать сбор, обработку и отображение информации о состоянии парка подвижного состава на линии, поступающей от Систем управления составом отдельных подвижных единиц.

Компоненты системы управления составом (бортом)

Модифицированная система управления составом включает в себя следующие создаваемые и модернизируемые компоненты:

— интеллектуальную подсистему автоматизированного ведения поезда (подсистема автоведения);

— подсистему взаимодействия с машинистом;

— подсистему диагностики подвижного состава и его систем;

— подсистему связи «подвижной состав – АСДУ».

Интеллектуальная подсистема автоматизированного ведения поезда должна реализовывать следующую функциональность:

— Непрерывное определение местоположения и скорости электросостава.

— Получение информации из АСДУ ДПМ.

— Автоматизацию отправления, движения по перегону с выбором оптимальной стратегии движения, автоматическое торможение на станции (блок функций автоматизированного ведения).

— Расчёт и реализацию оптимальной стратегии движения электросостава на основе данных актуального расписания, текущего поездного положения, актуальных ограничений движения по линии с целью обеспечения комфортного и энергоэффективного проследования состава при выполнении расписания движения.

Подсистема взаимодействия с машинистом должна реализовывать следующую функциональность:

— Информирование машиниста об изменении расписания и поступающих диспетчерских воздействиях и уведомлениях.

— Подтверждение восприятия машинистом переданных в его адрес диспетчерских воздействий (корректировок расписания) и уведомлений.

Подсистема диагностики подвижного состава должна реализовывать непрерывное выполнение диагностики состояния подвижной единицы и её систем, накопление диагностической информации и передачу её в АСДУ ДПМ.

Подсистемы связи и система передачи данных

Подсистемы связи «АСДУ-подвижной состав» и «подвижной состав – АСДУ» совместно с Системой передачи данных должны реализовывать канал взаимодействия между АСДУ ДПМ и Системой управления составом (бортом), обеспечивая приём, предобработку и передачу:

- оперативной диагностической информации о состоянии подвижного состава и его систем (Система управления бортом – АСДУ);
- информации о текущем положении подвижной единицы (Система управления бортом – АСДУ);
- данные актуальных ограничений движения по линии (АСДУ – Система управления бортом);
- данные актуального расписания движения (АСДУ – Система управления бортом);
- информация о текущем поездном положении на линии (АСДУ – Система управления бортом);
- диспетчерские воздействия и уведомления (АСДУ – Система управления бортом).

Ожидаемые эффекты модернизации системы управления движением

Модернизация системы управления движением поездов метрополитена предполагает достижение ряда эффектов, приведённых ниже.

Повышение качества пассажироперевозок:

- Повышение комфортности перевозок для пассажиров:
 - повышение равномерности движения поездов;
 - уменьшение вероятности остановки поезда в тоннеле (на перегоне), уменьшение времени остановок на перегоне.
- Повышение качества выполнения графика движения:
 - снижение количества нарушений расписания движения единичным поездом;
 - снижение количества нарушений графика движения в целом;
 - уменьшение среднего времени ликвидации отдельных нарушений;
 - снижение общего времени нарушений движения за период.

Ожидаемые эксплуатационные эффекты:

- Связанные с экономической составляющей:
 - Оптимизация тягового энергопотребления подвижным составом (повышение энергоэффективности).
- Связанные с повышением коэффициента готовности подвижного состава и снижения рисков возникновения нештатной ситуации:
 - своевременная диагностика состояния подвижного состава и его систем;
 - снижение риска возникновения неисправностей подвижного состава в ходе работы на линии.
- Связанные с организационной составляющей процесса управления движением:
 - уменьшение влияния человеческого фактора в ходе реализации пассажироперевозок;

- облегчение труда поездного диспетчера посредством автоматизации рутинных операций управления движением поездов;
- облегчение труда машиниста (система не мешает опытному машинисту и помогает неопытному, предупреждая от ошибок в ведении поезда).

Прочие эффекты:

— Подготовка базы для дальнейшего развития систем управления движением (включая системы типа СВТС).

Заключение

Таким образом, предложенный в данной работе подход решает задачи повышения качества управления движением поездов транспортной системы Московского метрополитена путём комплексной автоматизации процесса управления движением, опираясь на существующую инфраструктуру, с привнесением ряда отсутствующих на текущий момент элементов системы управления без необходимости коренного изменения существующих технологических процессов и регламентов.

Успешное решение задачи модернизации системы управления движением требует обеспечение технического задела в виде соответствующей нормативно-технической базы, технологий и набора апробированных в условиях метрополитена технических решений для осуществления модернизации, а также формирование соответствующих компетенций в причастных подразделениях Московского метрополитена. С целью создания означенного задела ОАО «НИИАС» (www.vniias.ru) и АО «НИИ П имени В.В. Тихомирова» (www.niip.ru), являющиеся признанными лидерами в области систем управления и безопасности для железнодорожного транспорта, объединили свои усилия, связанные с разработкой и внедрением автоматизированных систем управления движением поездов метрополитена, и выполняют работы по реализации описанных в данной работе предложений, модернизируя системы управления подвижным составом, разрабатывая перспективную автоматизированную систему диспетчерского управления движением поездов метрополитена (АСДУ ДПМ), включающую инструменты работы с графиком движения и средства связи с подвижным составом.

Также необходимо отметить, что подход к управлению движением с использованием описанных в работе механизмов взаимодействия с подвижным составом был реализован ОАО «НИИАС» при создании системы управления движением транспортного комплекса Московского центрального кольца.

Список литературы

1. Московский метрополитен – Википедия.
URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Московский_метрополитен
2. Список метрополитенов по годовому пассажиропотоку – Википедия.
URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Список_метрополитенов_по_годовому_пассажиропотоку
3. Комплекс градостроительной политики и строительства г. Москвы. Метро.
URL: <http://stroi.mos.ru/metro>
4. Communications-based train control – Википедия.
URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Communications-based_train_control

УДК: 656.025

СТРУКТУРИЗАЦИЯ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ОРГАНИЗАЦИЮ ПРИГОРОДНОГО СООБЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

- Смирнова О.Ю.** к.т.н., доцент, Тюменский филиал Уральского государственного университета путей сообщения, E-mail: OYSmirnova@usurt.ru, Тюмень, Россия
- Герасимчук К.Е.** ст. преподаватель, Уральский государственный университет путей сообщения, E-mail: KChemodanova@usurt.ru, Екатеринбург, Россия
- Аннотация.** В статье представлены результаты исследования по выявлению комплекса факторов, влияющих на организацию пригородного сообщения на железнодорожном транспорте. Проведена группировка и структуризация с учетом интересов пассажира, перевозчика в рыночных условиях хозяйствования
- Ключевые слова:** железнодорожный транспорт, пригородное сообщение, отбор факторов

STRUCTURIZATION OF FACTORS AFFECTING ON ORGANIZATION OF THE COUNTRY MESSAGE RAILWAY TRANSPORT

- Smirnova O.Yu.** Ph.D, Assistant Professor, State University of Rail Transport Branch in Tyumen, E-mail: OYSmirnova@usurt.ru, Tyumen, Russia
- Gerasimchuk K.E.** senior lecturer, Ural state University of railway transport, E-mail: KChemodanova@usurt.ru, Ekaterinburg, Russia
- Annotation.** The article presents the results of a study to identify the entire range of factors affecting the organization of commuter traffic in rail transport. The grouping and structuring taking into account the interests of the passenger, the carrier under market conditions of management were carried out.
- Keywords:** railway transport, suburban communication, selection of factors

Для улучшения организации пригородного сообщения, целью которого является удовлетворение потребностей пассажира на услуги транспорта, необходимо выявить факторы, влияющие на неё. Под факторами понимаются условия, обстоятельства, причины, влияющие на какой-либо параметр или характеристику процесса, состояния, в данном случае в виде поставленной цели. На цель возможны как негативные, так и позитивные, и вероятностные влияния. В последнем случае они именуется рисками и угрозами и также должны приниматься в расчет. Позитивные факторы, например, факторы комфорта и сервиса, нужно поддерживать и усиливать. Негативные – купировать по возможности, маневрировать или приспособливаться к ним. По отношению к рискам и угрозам — вырабатывать меры готовности, профилактики, предупреждения, т. е. минимизации. Коротко функционирование пригородного комплекса можно сформулировать следующим образом: общественный транспорт, используя транспортную инфраструктуру, удовлетворяет потребность населения в передвижении в условиях государственного контроля и регулирования.

Необходимо отметить, что выявлением факторов, которые существенно влияют на организацию пригородного сообщения, занимаются в разрезе исследований по качеству обслуживания пассажиров, прогнозирования пассажиропотока, выбору вида транспорта, тенденций рынка пассажирских перевозок, транспортной подвижности, финансового и экономического анализа работы пригородной компании, от чего зависит состав, структуризация и приоритетность факторов. В рамках авторского исследования предпринята попытка комплексного подхода, которая бы позволила учитывать интересы пассажира, перевозчика, условия рынка. Причем определение факторов проходило в аспекте не в целом по России, по полигону, зоне действия пригородной компании, а в рамках направления пригородных перевозок, которое имеет начальный и конечный пункт и выявление которого требует предварительного анализа [1].

На основании проведенного анализа учебной и научной литературы, профессионального диалога с топ-менеджерами пригородных компаний и на основании собственного опыта на первом этапе была выполнена группировка основных факторов с целью дальнейшей детализации [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

Социально-демографическая характеристика населения района тяготения к пригородному участку - это показатели, характеризующие структуру населения прилегающих городов, посёлков по которым проходит железнодорожное пригородное сообщение, так как именно они являются потенциальными пользователями. К числу таких показателей можно отнести:

1. Численностью (человек);
2. Плотностью населения (человек на ед. площади);
3. Возрастная структура (трудоспособного возраста, младше, старше). В зависимости от возраста пассажиров зависит и их количество поездок, и частота пользования услугами пригородного сообщения. Например, для студентов (это градация 18-25 лет) поездки связаны с обучением, трудоспособное население (26-55 лет) проезд до места работы и обратно, пенсионеры (от 56 лет) посещение садово-огородных участков в весенне-летний период.

4. Социально-экономическая структура населения (размер медианной заработной платы, размер медианной пенсии, стоимость прожиточного уровня, отношение денежных доходов населения к стоимости фиксированного набора потребительских товаров и услуг). Пассажиры имеют различную платежеспособность для оплаты проезда, соответственно от этого зависит и частота поездок, а также способы их оплаты. Необходимо учитывать соответствие тарифов на проезд с уровнем доходов в определенной местности. Например, стоимость за проезд в южной и северной части областей не может быть одинаковой и зависит от прожиточного минимума, от финансовых возможностей населения.

6. Наличие и количество льготных категорий для проезда по железной дороге. Необходимо обеспечение проезда и для пассажиров по льготным условиям, или сниженным тарифам. Возможно расширение списка льготной категории как федерального, так и местного значения (пенсионеры, студенты, инвалиды, участники боевых действий, малоимущие и многодетные семьи). В настоящее время социально-экономический уровень этого фактора достаточно высок и в общем пассажирообороте достигает 50%.

Масштаб и эффективность экономики пассажиропоглощающих пунктов на маршруте. Факторы, входящие в состав этой группы, были условно разделены на две подгруппы: фактическое состояние и планируемые события. Фактическое состояние характеризуется наличием на маршруте и количеством крупных промышленных предприятий, учебных

заведений, торговых центров, медицинских центров, мест массового отдыха, дачных поселков, долей прибыльных предприятий, объемом производства товаров и услуг на одного жителя. К планируемым мы отнесли: планирование и проведение крупномасштабных мероприятий в регионе, строительство крупных пассажирообразующих районов, развитие санаторных, курортных зон, туристических зон, дачных поселков, спортивных сооружений. Эти показатели напрямую влияют на увеличение пассажиропотока: чем выше показатели, тем большее количество пассажиров будет пользоваться услугами пригородного сообщения.

Группа *факторов комфорта (скрытого спроса)* была разделена на две группы технические факторы (состояние и оснащенность пассажирского вагона) и уровень сервиса в вагоне в процессе доставки пассажира. К уровню сервиса мы относим: наличие экрана-монитора с бесплатной раздачей Wi-Fi, наличие питьевого кулера, наличие на маршруте скоростного поезда (не на всех станциях по маршруту), наличие кондуктора в вагоне (возможность покупки билета в вагоне), комфортную населенность вагона (наличие свободных мест для сидения), наличие медицинского работника в составе поезда, уровень информационного обслуживания в пути. Комфортная населенность вагона (наличие свободных мест для сидения) будет способствовать уменьшению «транспортной усталости» пассажира. Факторы, связанные с информационными услугами, будут очень привлекательными для молодежи. Возможность выхода в интернет решает большую задачу о занятости пассажиров во время поездки, у многих есть необходимость решить свои текущие дела с помощью телефона, планшета. А также во время просмотра фильмов отдохнуть за время поездки.

Факторы технического состояния и оснащенности пассажирского вагона (комфортные эргономические сиденья, система обеспечения микроклимата, уровень шума и вибрации в вагоне, санитарно-гигиеническое состояние вагона (чистота, наличие биотуалета), интерьер вагона, наличие терминала для покупки билета в вагоне, возможность зарядки девайсов) относятся к реконструкции или дополнительном оборудовании пассажирских вагонов; факторы на которые следует обратить внимание производителям. При длительном проезде в сидячем положении у многих людей с заболеваниями опорно-двигательной системы возникает усталость и дискомфорт, особенно актуально для пенсионеров и пассажиров, следующих к месту лечения, пассажиров с маленькими детьми. Необходимо оснащение хотя бы нескольких вагонов в составе с эргономичными сиденьями, что безусловно привлечет потенциальных пассажиров. На железнодорожном транспорте температура воздуха в вагоне в зимнее и переходное время года нормируется для всех типов пассажирских вагонов, а в летнее - только для вагонов с установками для кондиционирования воздуха. За исключением электропоездов тип «Ласточка» пассажирские вагоны пригородного сообщения не оборудованы такими установками. Вопрос очень актуален в жаркое время года при высокой населенности вагона.

Группа факторов *«показатели и условия работы железнодорожной пригородной компании на маршруте»* характеризуется такими показателями как:

- объемные показатели (количество отправленных пассажиров, вагоно-км, пассажирооборот, поездо-км);
- средняя населенность вагона, пас/ваг.;
- средняя дальность поездки, км.;
- технологические условия (увязка с нитками графика, наличие резервных вагонов, технических станций, зоны для разворота поездов);
- возмещение расходов из федерального бюджета, %;

- возмещение расходов из бюджета субъектов РФ, %;
- финансовые показатели (доходы и расходы на 10 пас-км, на 1 отправку пас., на 1 вагоно-км., уровень доходности на 1 вагоно-км.);
- группа тарифов (экономически обоснованный уровень тарифа, тариф для населения, тариф на услуги инфраструктуры, пороговый уровень тарифа, превышение которого отрицательно отразится на социальном положении населения).

Эти показатели входят в состав отчетности пассажирских компаний на железнодорожном транспорте. При работе с ними возникнет две проблемы. Некоторые из них могут относиться к закрытой информации, а по ряду других показателей не ведется прямая статистика *по маршрутам* и придется проводить дополнительную работу. Отдельно стоит вопрос о технических станциях, где необходимо составлять техническое обслуживание ТО-1, ТО-2 и ТО-3. Так в зоне обслуживания ОАО «Свердловская пригородная компания» депо для ТО-2, которое необходимо проводить через 175000 км находится только Нижнем Тагиле, ТО – в Ишиме и Екатеринбурге, ТО-3 – в Перми. Такая ситуация приводит к необходимости либо холостым пробегам, либо к детальному «виртуозному» планированию.

В пятую группу «*характеристика транспортной инфраструктуры железнодорожных станций на маршруте*» включены следующие факторы, которые положительно влияют на удобство пользования пригородным транспортом, особенно наличие высокой платформы (в зоне обслуживания ОАО СПК такая платформа есть только в Тобольске, Кольцово и Краснотурьинске).

1. Наличие автостоянки на станциях отправления обеспечивает возможность пассажиров своевременно добираться до вокзала, оставить автомобиль в безопасном месте с целью долговременной стоянки, встречи прибывающих.

2. Высокая платформа вровень с полом вагона даёт возможность удобного и безопасного входа, выхода из вагона с багажом и без него, с детскими колясками, санками, велосипедами [10].

3. Закрытый переход к платформам, оснащенный лифтами незаменим для людей с ограниченными возможностями, с маленькими детьми. В плохую погоду, дождь, снег пассажиры могут добраться к месту посадки, высадки.

4. Наличие автоинформаторов на платформах посадки/высадки в настоящее время просто необходимо, так как, в связи с большим пассажиропотоком актуальная информация должна быть доступна, наглядна и понятна.

5. Расположение на станции пунктов пересадки на другой вид транспорта. Автобусные станции, метро, остановки троллейбусов, трамваев, такси. При необходимости дальнейшего следования у человека должна быть возможность выбора транспортного средства по комфортности и стоимости проезда. Сложно определить в какую группу отнести показатель «пороговый уровень тарифа». Вполне вероятно следует отнести его в группу балансовых показателей, которые необходимы при формировании государственной политики в области общественного транспорта.

Шестая группа «*балансовые показатели, характеризующие интересы пассажира и перевозчика на маршруте*» включена для попытки сбалансировать противоположные интересы перевозчика (перевезти в вагоне как можно больше пассажиров по высокому тарифу) и пассажира (проехать экономно и комфортно). Как один из вариантов предлагается стоимость пассажирочаса для пассажира, как доля в его доходах и стоимость пассажирочаса для ППК как

доля в её расходах. В сфере отношений пассажира и перевозчика с учетом снятия социальной напряженности вынуждены вмешиваться органы исполнительной власти путем регулирования тарифов, субсидированием, дотациями.

Седьмая группа факторов «конкуренция и синхронизация (кооперация) с другими видами транспорта на маршруте» представлена показателями: наличие автобусного сообщения (график и тариф), наличие водного сообщения (график и тариф), уровень автомобилизации в плане количества легковых автомобилей на тысячу жителей. В дополнении к показателю автомобилизации, характеризующим владение автомобилем необходимо использовать и уровень *автомобилепользования*, который характеризует степень использования автомобиля для ежедневных поездок. В крупных мегаполисах существует тенденция к ограничению пользованием индивидуальным транспортом. В сфере пригородного сообщения автомобиль может использоваться для проезда к станции отправления железнодорожного транспорта, что приведет к увеличению бимодальных перевозок, по типу «*park&ride*». Развитие данной стратегии больше относится к исполнительным органам власти, целью которых и является разработка подходов к решению транспортных проблем крупных городов.

В настоящее время в профессиональной среде существует мнение, что необходимо стимулировать на государственном уровне переориентацию населения к пользованию электрическим транспортом и вопросы синхронизации с другими видами транспорта.

Результаты аналитической работы представлены в таблице 1. с указанием групп и подгрупп факторов, влияющих на организацию пригородного сообщения, и даны сокращения:

- 1) социально-демографическая характеристика населения района тяготения к пригородному участку (**СДХ**);
- 2) масштаб и эффективность экономики пассажиропоглощающих пунктов на маршруте (фактическое состояние, планируемые события) (**МЭР**);
- 3) факторы комфорта (скрытого спроса на услуги пригородного транспорта) технические решения и уровень сервиса (**ФК**);
- 4) показатели и условия работы железнодорожной пригородной компании на маршруте (**СПК**);
- 5) характеристика транспортной инфраструктуры железнодорожных станций на маршруте (**ТИ**);
- 6) балансовые показатели, характеризующие интересы пассажира и перевозчика на маршруте (**БП**);
- 7) конкуренция и синхронизация с другими видами транспорта на маршруте (**КТ**).

Таблица 1.

Перечень сгруппированных факторов, влияющих на организацию пригородного сообщения на железнодорожном транспорте

1	Социально-демографическая характеристика населения района тяготения к пригородному участку
1.1	численность населения, тыс.чел.
1.2	плотность населения, чел/км ²
1.3	возрастная структура тыс.чел.
1.4	социальная структура

1.5	социально-экономическая характеристика населения
1.6	наличие и количество льготных категорий для проезда по железной дороге
2	Масштаб и эффективность экономики пассажиропоглощающих пунктов на маршруте
2.1	<i>фактическое состояние</i>
2.1.1	наличие на маршруте и количество крупных промышленных предприятий, учебных заведений, торговых центров, медицинских центров, мест массового отдыха, дачных поселков
2.1.2	доля прибыльных предприятий
2.1.3	объем производства товаров и услуг на одного жителя
2.2	<i>планируемые события</i>
2.2.1	планирование и проведение крупномасштабных мероприятий в регионе
2.2.2	строительство крупных пассажирообразующих районов
2.2.3	развитие санаторных, курортных зон, туристических зон, дачных поселков, спортивных сооружений
3	Факторы комфорта (скрытого спроса на услуги пригородного железнодорожного транспорта)
3.1	<i>технические решения</i>
3.1.1	комфортность посадки в вагон и выхода (одинаковый уровень пола вагона и платформы)
3.1.2	комфортные эргономические сиденья
3.1.3	система обеспечения микроклимата
3.1.4	уровень шума и вибрации в вагоне
3.1.5	санитарно-гигиеническое состояние вагона (чистота, наличие биотуалета)
3.1.6	интерьер вагона
3.1.7	наличие терминала для покупки билета в вагоне
3.1.8	возможность зарядки девайсов
3.2	<i>уровень сервиса</i>
3.2.1	наличие экрана-монитора с бесплатной раздачей Wi-Fi
3.2.2	наличие питьевого кулера
3.2.3	наличие на маршруте скоростного поезда
3.2.4	наличие кондуктора в вагоне (возможность покупки билета в вагоне)
3.2.5	комфортная населенность вагона (наличие свободных мест для сидения)
3.2.6	наличие медицинского работника в составе поезда
3.2.7	уровень информационного обслуживания в пути
4	Показатели и условия работы железнодорожной пригородной компании на маршруте
4.1	Объемные показатели (кол-во отправленных пассажиров, вагоно-км, пассажирооборот, поезд-км)
4.2	Средняя населенность вагона, пас/ваг.
4.3	Средняя дальность поездки, км.
4.4	Технологические условия (увязка с нитками графика, наличие резервных вагонов, технических станций, зоны для разворота поездов)
4.5	Возмещение расходов из федерального бюджета
4.6	Возмещение расходов из бюджета субъектов РФ

4.7	Финансовые показатели
4.8	Группа тарифов
5	Характеристика транспортной инфраструктуры железнодорожных станций на маршруте
5.1	наличие автостоянки на станциях отправления
5.2	высокая платформа посадки/высадки (уровень с полом вагона)
5.3	закрытый переход к платформам, оснащенный лифтами
5.4	наличие автоинформаторов на платформах посадки/высадки
5.5	рядом расположенные пункты пересадки на другой вид транспорта
6	Балансовые показатели, характеризующие интересы пассажира и перевозчика на маршруте
6.1	стоимость пассажира-часа для пассажира, как доля в его доходах
6.2	стоимость пассажира-часа для ППК как доля в её расходах
7	Конкуренция и синхронизация с другими видами транспорта на маршруте
7.1	наличие автобусного сообщения (график и тариф)
7.2	наличие водного сообщения (график и тариф)
7.3	уровень автомобилепользования
7.4	уровень автомобилизации
7.5	наличие синхронизации с другими видами транспорта

На рисунке 2 представлена упрощенная причинно-следственная диаграмма Исикавы (рыбий скелет) факторов, влияющих на рациональную организацию пригородного сообщения. Составляя диаграмму, авторы сделали вывод о том, что не представляется возможным некоторые факторы четко отнести к внешней или внутренней среде. Например, такой фактор как интерьер вагона, зависит от перевозчика (характеристика подвижного состава), но и возможность поменять его на более новый и современный перевозчик сможет в зависимости от внешней среды (наличие инвестирования, государственной поддержки и так далее). Если рассматривать пригородное сообщение как систему, обозначив элементами население, транспортную инфраструктуру и перевозчиков, то более корректно причислить её к классу сложных диффузных систем, которые частично организованы.

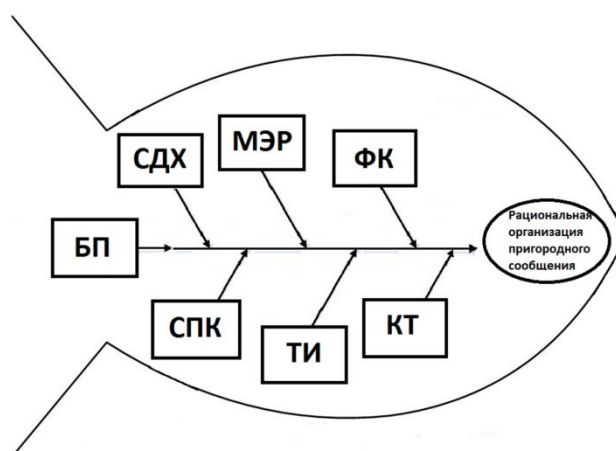


Рис. 1 Диаграмма факторов, влияющих на рациональную организацию пригородного сообщения.

После определения факторов, влияющих на организацию пригородного сообщения, в зависимости от целей и дальнейшего исследования выявляются существенные (доминантные) факторы, используя методы факторного и регрессионного анализа, экспертных оценок. Однако существует и другой подход: определение части необходимой информации как блока исходной информации и эталонных значений для других и далее методом индикаторного анализа определять текущее состояние организации перевозок, что позволяет охватывать все факторы и выявлять тенденции их изменения. Направлением дальнейших исследований будет разработка методики определения эталонных значений факторов в виде лингвистического описания с переходом на стандартизованную шкалу [-1; +1], что позволит оценить факторы, которые имеют качественную природу описания.

Список литературы

1. Смирнова О.Ю., Полякова Т.Ю. Анализ направлений пригородного сообщения в зоне действия ОАО «Свердловская пригородная компания» / В сб.: Инновационный транспорт – 2016: специализация железных дорог / М-лы Международн. научн.-практ- конф. [отв. за вып. С. В. Бушуев, канд. техн. наук]. – Екатеринбург : УрГУПС, 2016. – Вып. 8 (227). – С. 1084–1099.
2. Степанова Е.С. Конкуренентоспособность пригородных пассажирских перевозок // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2015. № 2. С. 57-60. ISSN: 2071-3827.
3. Ефимов В. С., Методика анализа факторов, определяющих спрос на пассажирские перевозки / Мир транспорта № 2(57). 2015 Издательство: Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II (Москва). С. 114-120. ISSN: 1992-3252
4. Юкиш В.Ф., Факторный анализ транспортной подвижности населения / Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. № 4-2. 2016. Издательство: Научно-информационный издательский центр и редакция журнала "Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук" (Москва) С. 121-128. ISSN: 2073-0071.
5. Синицын Е.В., Вихарев С.В., Брусаянин Д.А. Экономико-математическая модель прогнозирования пассажиропотоков на долгосрочном уровне / Транспорт Урала № 3 (38) / 2013. Издательство: [Уральский государственный университет путей сообщения](#) (Екатеринбург) ISSN: 1815-9400 С. 89-94.
6. Горбачев П.Ф. Моделирование спроса на перевозку пассажиров в пригородном сообщении / П.Ф. Горбачев, В.И. Крикун // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. –2013. – № 3 (62). – С. 12-15
7. Ширяев, С.А. Исследование удовлетворенности пассажиров качеством транспортного обслуживания в пригородном сообщении / С.А. Ширяев, О.В. Устинова, В.А. Гудков // Известия ВолгГТУ. Серия, Наземные транспортные системы. – 2011. – Вып. 4. – №. 12 (85). – С. 107-10.
8. Власюк Т. А., Особенности расчета структуры пригородного пассажиропотока на железнодорожном транспорте / Транспорт: наука, техника, управление. №5. 2012. Издательство: Всероссийский институт научной и технической информации РАН (Москва). С. 47-51. ISSN: 0236-1914.
9. Лякина М. А., Волкова Е. М., Саакович И. Л. Анализ макросреды функционирования пригородной пассажирской компании / Известия ПГУПС №2 2015. С.123-128. ISSN 1815-588X
10. Власов А. В., Илюхина С. С. Развитие российских региональных систем железнодорожных пассажирских сообщений с использованием зарубежного опыта (на примере Österreichischen Bundesbahnen AG.; Deutsche Bahn AG.) / МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2016. Т. 7. № 1. С. 141–146. ISSN 2079-466

УДК: 656.2:004.9.

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Дышленко С.Г. к.т.н., ведущий инженер ПАО НИИ «Радиофизика»,
E-mail: dishlenko@yandex.ru, Москва, Россия

Аннотация. В статье дается анализ методов решения пространственных задач для определения координат объектов железнодорожного транспорта. Описаны основные принципы, понятия и термины пространственных задач. Показана необходимость дифференциации описываемых задач при создании и эксплуатации интеллектуальных транспортных систем

Keywords: прямая пространственная задача, обратная пространственная задача, информатика, геоинформатика, транспорт, геоданные, дорожная сеть

SPACE TASK BY DETERMINING THE COORDINATE OF OBJECTS OF RAILWAY TRANSPORT

Dyshlenko S.G. Ph.D., Lead Engineer, PAO NII «Radiophysika»,
E-mail: dishlenko@yandex.ru, Moscow Russia

Annotation. In the article the analysis of methods of solving spatial tasks to determine the coordinates of objects of railway transport. Describes the basic principles, concepts and terms in spatial tasks. The necessity of differentiation of the described tasks in the establishment and operation of intelligent transport systems

Keywords: straight spatial task, backward spatial task, informatics, geoinformatics, transport, geodata, the road network

Введение.

Пространственные задачи связаны с определением местоположения объекта в реальном пространстве. На железнодорожном транспорте определение местоположения подвижного объекта является основой его управления, при этом методы определения местоположения могут быть разные.

Это могут быть геодезические методы, методы радиолокации [1], космические технологии [2], навигационные методы [3] и даже мобильные методы. Пространственные задачи разделяются на две качественно разные группы: прямые задачи и обратные задачи [5, 6].

Прямые пространственные задачи связаны с получением координат точек местности на основе известных параметров точки наблюдения и частичных измерений точек местности с помощью измерительных устройств. Обратные задачи связаны с получением параметров точки наблюдения и условий измерения. При определении положения подвижного объекта решают прямые задачи. Кроме этого, в качестве вспомогательных решают задачи координатных преобразований. Прямые задачи в геодезии и фотограмметрии решаются на основе линейных уравнений и проблем не представляют. В радиолокации [1] решение прямой задачи методом суммарно-дальномерной или разностно-дальномерной системой приводит к уравнению второго порядка, которое, однако, решается просто путем исключения отрицательного значения.

Линейные методы решения пространственных задач.

Существует направление линейного решения обратной фотограмметрической засечки на основе методов проективной геометрии [7]. Оно позволяет линейно решать обратную и прямую задачи не только в фотограмметрии, но и в геодезии. Особенность решения пространственных задач при определении подвижных объектов заключается в том, что сначала решается обратная задача, а потом прямая. Обратная задача заключается в вычислении или измерении точек наблюдения или станций наблюдения. Обе задачи имеют вид отображений между метрическими пространствами. Обратная задача имеет следующий вид:

$$\text{обратная } A \times X_o = C; \quad (1)$$

Здесь A — матрица трансформации между известными координатами опорных точек на местности X_o и параметрами условий съемки C .

Прямая задача имеет следующий вид:

$$\text{прямая } X = M(C) \cdot (x1, x2). \quad (2)$$

Здесь M — матрица трансформации или функционал между координатами измеренных точек с двух станций наблюдения $(x1, x2)$ и координатами на местности $X (X, Y, Z)$. Матрица M или функционал определяется параметрами условий съемки C . Определение M - Матрица или функционал зависит от алгоритма решения. В одних случаях это функционал, в других – это матрица. Рассмотренные методы в общей форме характеризуют точечную пространственную задачу. Такое название обусловлено тем, что в ходе решения задачи определяются координаты отдельных точек. Точечная обратная задача не решает задачи семантики объекта. Она в равной степени применима к определению координат: точек инженерного сооружения, точек верхнего строения пути, точек на подвижном состав или точек модели рельефа местности. Для определения положения объекта в пространстве необходимо найти связи между точками. Эту задачу решает пространственная объектная задача.

Проблемы сходимости пространственных задач.

Многие обратные задачи требуют исследования устойчивости решения или сходимости решения. Сходимость решения означает, что при наличии погрешностей бесконечная последовательность решений имеют предел – истинные.

В вычислительной математике говорят о сходимости результатов или о сходимости результатов вычислений [8]. В математике и статистике говорят о поточечной сходимости. Поточечная сходимость — это последовательности функций на множестве. В такой модели сходимости каждой точке множества ставится в соответствие предел последовательности значений функциональной последовательности в этой точке. Функция, определяемая таким образом, называется предельной функцией данной последовательности или её поточечным пределом, при этом говорится, что данная последовательность сходится поточечно к предельной функции. При вычислениях предельной функцией является истинное значение величины, освобожденной от погрешностей.

В науках о Земле проблема сходимости существует в следующих ситуациях: при решении обратной засечки; при обратном преобразовании координат; при слабой обусловленности

матриц уравнений; при оценке точности вычислений.

Применительно к определению координат объектов транспорта прямая задача трактуется так. Известна прямая связь между пространством модели $r1$ и реальным пространством $R2$ ($r1 \rightarrow R2$), задаваемая оператором прямой связи α . По известным параметрам модели точкам пространства модели B (пространства $r1$) необходимо вычислить параметры X_R точек реального пространства (пространства $R2$)

$$X_R = \alpha B \quad (3)$$

Для этого случая имеет место отображение

$$\omega(r1) \rightarrow R2 \quad (4)$$

Применительно к объектам транспорта обратная задача трактуется следующим образом. Имеется обратная связь между пространством модели $r1$ и реальным пространством $R2$ ($r1 \leftarrow R2$), задаваемая оператором обратной связи A . По известным параметрам X пространства $R2$ необходимо вычислить параметры B точек пространства $R1$

$$A X = B; \quad (5)$$

Для этого случая имеет место отображение

$$\omega^{-1}(R2) \rightarrow r1 \quad (6)$$

Если имеет место сходимость, то $A^{-1} = \alpha$ и

$$A \alpha = I \quad (7)$$

I – единичная матрица или условная единица. В теоретико-множественном описании это дает

$$\omega \omega^{-1}(r1) \rightarrow r1 \quad (8)$$

$$\text{и } \omega \omega^{-1} = \omega^{-1} \omega \quad (9)$$

Выражения (6-8) определяют условие сходимости.

Если задача нелинейная, то применяют редуцирование модели

$$\omega = \omega_0 + \omega_1 + \omega_2 + \dots + \omega_n \quad (10)$$

либо редуцирование обратного оператора

$$A = A_0 + A_1 + A_2 + \dots + A_n \quad (11)$$

Здесь ω_i , A_i ($i=0, \dots, n$) набор преобразований.

Поскольку выражения (9, 10) представляют собой классический ряд, то это дает основание

оценивать сходимость, используя принципы Даламбера или Коши. Для сложных нелинейных зависимостей проблематично использовать простые разложения, поэтому сходимость обеспечивают эмпирически. Для нелинейных задач при упрощении $A=A_0$ выражение (6) преобразуется в

$$A_0 \alpha = I + \square I \quad (12)$$

Применяя преобразование, заменяют A на ряд типа (11). При этом возможны два подхода: увеличение числа членов разложения или видоизменение функции, по которой разлагают оператор A . Увеличение числа членов рядов (9, 10) равнозначно проведению итеративных вычислений. Главная задача – минимизировать $\square I$ до уровня допустимой технологической погрешности.

Точечная условная пространственная задача. Суть предлагаемого технического решения состоит в переходе от точечной пространственной задачи к условной точечной пространственной задаче, которая включает дополнительные условия.

Железнодорожный транспорт, в отличие от других видов транспорта движется по установленной плоской кривой, которую задает железнодорожное полотно. Железнодорожное полотно по возможности создается горизонтально и имеет ограниченные углы наклона. Это задает дополнительную информацию о движении транспортного средства с высокой точностью. Трасса движения такого объекта известна. Пространственная задача в данном случае не является строго плоской, поскольку железнодорожный путь представляет не плоскую, а пространственную кривую. Определение местоположения основано на применении наземных станций наблюдения и на известных координатах трассы, на которых предполагается нахождение транспортного подвижного средств.

С каждой станции определяется дальность до подвижного объекта. Методы определения могут быть пассивными и активными. Пассивные включают наблюдение объекта со станций (радиолокация). Активные методы используют активный передатчик со стабильной (эталонной частотой) который принимают на трех станциях. Измерение расстояний осуществляют радиотехническим методом с измерением времени. В течение которого сигналы от движущегося объекта доходят до станций. Различают измерение дальности по временному интервалу между импульсными сигналами [1], измерение дальности по фазовому сигналу [1], измерение дальности частотным методом [1]. В практике координирования ракет применяют еще эффект Доплера, но для наземных объектов, двигающихся с относительной малой скоростью данный метод не проходит по точности.

На рис.1 D – обозначают расстояния от станций до подвижного объекта, S – точки станций с известными координатами. Расстояния связаны с координатами подвижного объекта (X, Y) следующими выражениями.

$$D1^2=(X-Xs1)^2+(Y-Ys1)^2+(Z-Zs1)^2 \quad (13)$$

$$D2^2=(X-Xs2)^2+(Y-Ys2)^2+(Z-Zs2)^2 \quad (14)$$

$$D3^2=(X-Xs3)^2+(Y-Ys3)^2+(Z-Zs3)^2 \quad (15)$$

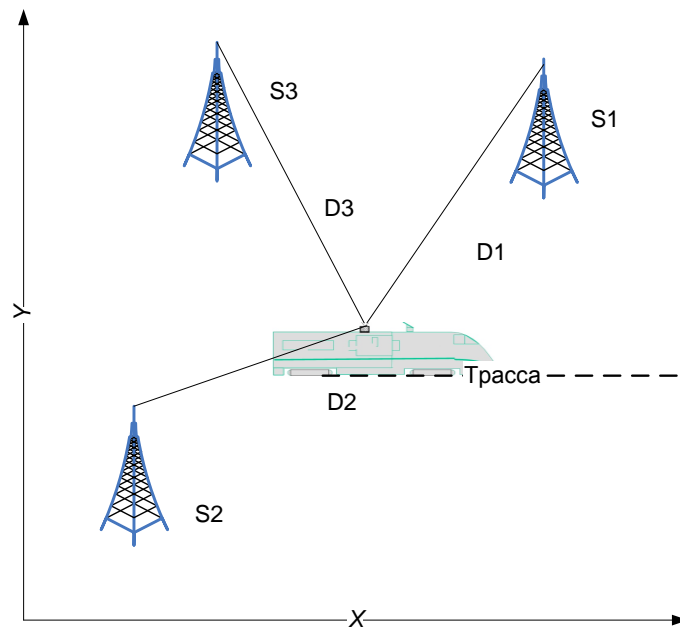


Рис.1. Определение координат объекта со станций наблюдения.

Если задана трасса в виде полилинии ($Y=k_i X + h_i$; $Z=p_i X + l_i$), индекс i означает принадлежность к i -му участку полилинии. Для пространственной задачи дополнительным условием являются уравнение этой полилинии

$$Y=k_i X + h_i \quad (16)$$

$$Z=p_i X + l_i \quad (17)$$

Подставляя (16, 17) в (13, 14, 15) получим

$$\begin{aligned} D1^2 &= (X-X_{s1})^2 + (k_i X + h_i - Y_{s1})^2 + (p_i X + l_i - Z_{s1})^2 \\ D2^2 &= (X-X_{s2})^2 + (k_i X + h_i - Y_{s2})^2 + (p_i X + l_i - Z_{s2})^2 \\ D3^2 &= (X-X_{s3})^2 + (k_i X + h_i - Y_{s3})^2 + (p_i X + l_i - Z_{s3})^2 \end{aligned}$$

Объединяя константы, приходим к уравнению второго порядка

$$X^2 (1+ k_i^2) + 2 X (X_{s1} + Y_{1i}) + C1 = 0$$

Введем

$$\begin{aligned} A1 &= (1+ k_i^2) \\ B1 &= (X_{s1} + Y_{1i}) \\ C1 &= X_{s1}^2 + Y_{1i}^2 - S1^2 - S2^2 \end{aligned}$$

Получаем значение X

$$X_{1,2} = (-B1/2 \pm \sqrt{(B1/2)^2 - A1 C1}) / A1 \quad (18)$$

Двойственность устраняется за счет когнитивного анализа. По заданному значению X из (18) определяем Y, Z из выражений (15-16). Таким образом, данный метод является альтернативой спутниковому методу позиционирования и не зависит от погодных условий.

Пространственная объектная задача.

Определение координат отдельных точек объекта на местности не является завершением решения пространственной задачи. Точнее оно является частным решением пространственной задачи. Дополнительным решением является решение объектной пространственной задачи. Эта задача направлена на формирование точек в единую систему, связанную с объектом к которому они принадлежат. При этом решается задача классификации. Точки классифицируются по объектам. При этом решается задача определения геометрических параметров и формы объекта. Все это достигается применением пространственного моделирования [9, 10] или геоинформационного моделирования [11, 12].

Значительную часть в пространственном моделировании занимает цифровое моделирование [13]. Пространственные модели могут иметь вид цифровых моделей местности, цифровых моделей объектов, цифровых моделей явлений (экология, метеорология, геология). Для управления в сфере транспорта необходимо построение цифровых моделей объектов. Кроме того, для управления в сфере транспорта необходимо определять не только координаты и форму объекта, но и динамические характеристики (скорость, ускорение).

Для управления в сфере транспорта необходимо построение информационной ситуации [14] и оценку информационной позиции [15] объекта в этой ситуации. Поэтому при полном решении пространственных задач необходимо применение моделирования: для анализа устойчивости алгоритмов, для описания ситуации на местности, для исследования динамических объектов.

Таким образом, моделирование является основой решения объектной пространственной задачи. В дополнение к перечисленным видам моделирования при решении объектной пространственной задачи применяют для разных целей адаптивное моделирование [16], визуальное моделирование [17] и виртуальное моделирование [18], трехмерное моделирование [26, 27], а также картографическое моделирование.

Виртуальное моделирование подразделяется на статическое и динамическое [19]. Необходимым условием пространственного моделирования является создание единой координатной среды [20], которая задает информационное пространство моделирования.

Моделирование при решении пространственных задач решает основные, вспомогательные и исследовательские функции. Основные связаны собственно с решением задач определения положения и динамики пространственных объектов. Вспомогательные связаны с поддержкой принятия решений и обеспечения инструментальных процессов измерений [21]. Исследовательские развивают теорию математики, картографии [22] геодезии [23] и геоинформатики.

Пространственное моделирование трансформировалось и развилось в несколько направлений, среди которых наиболее важным для транспорта является ситуационное пространственное моделирование [24, 25].

Большое значение имеет пространственное моделирование за счет применения и интеграции данных дистанционного зондирования. При этом следует отметить новую концепцию моделирования на основе использования модели информационного поля. Важное значение имеет пространственное моделирование при мониторинге [13].

Заключение.

Современные методы решения пространственных задач находят широкое применение в науке и техники от транспорта до космических исследований. Эти задачи могут иметь локальное значение. Однако как показывает опыт необходима дифференциация пространственных задач на: точечные, условные точечные, объектные и процессные. Последний вид используется для описания пространственных процессов. Пространственные задачи различаются по масштабу, например оценка земельного участка и оценка астероидно-кометной опасности. Пространственные задачи применяют при определении местоположения объектов на земной поверхности и управления транспортными средствами. Интеллектуальные транспортные системы не обходятся без решения таких задач. Все это делает актуальным развитие исследований в этой области.

Список литературы

1. Жаков А.М., Пигулевский Ф.А. Управление баллистическими ракетами. – М. Воен.изд. МО СССР, 1965- 278с.
2. Розенберг И.Н. Космические технологии как инструмент глобального управления // Славянский форум, 2016. -1(11). – с.161-168
3. Цветков В.Я. Применение глобальных навигационных спутниковых систем для управления железнодорожным транспортом// Науки о Земле. – 2014. - № 3. - с.61-68
4. Финогеев А. Г., Маслов В. А. Сравнительный анализ методов позиционирования в беспроводных системах связи //Телематика–2009: сборник трудов XVI Всероссийской научно-методической конференции. – 2009. – С. 283-284.
5. Дышленко С.Г. Прямая и обратная пространственная задача // Славянский форум. - 2017. - 1(15). – с.210-217.
6. Цветков В.Я. Алгоритмы решения прямой и обратной пространственной задачи. // Информатизация и связь. – 2017. - №2. – с.71-75
7. Цветков В.Я. Линейная фотограмметрическая засечка // Международный научно-технический и производственный журнал «Науки о Земле». 2011. — №2. с.44-46
8. Марон И. А. Основы вычислительной математики. – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1963.
9. Майоров А.А. Пространственное когнитивное моделирование // Перспективы науки и образования- 2014. - №1. – с33-37
10. Tsvetkov V. Ya. Spatial Information Models // European researcher. Series A. 2013. №10-1(60). с.2386-2392.
11. Чехарин Е.Е. Геоинформационное исследование окружающего мира // Славянский форум, 2015. - 2(8) - с.327-335.
12. Бутко Е. Я. Геоинформатика как метод построения картины мира // Славянский форум. - 2017. -1(15). – с.34-41

13. Павлов А.И. Цифровое моделирование при мониторинге деформаций // Образовательные ресурсы и технологии. – 2016. - №4 (16). – с.98-106.
14. Tsvetkov V. Ya. Dichotomic Assessment of Information Situations and Information Superiority // European researcher. Series A. 2014, Vol.(86), № 11-1, pp.1901-1909. DOI: 10.13187/er.2014.86.1901
15. Потапов А. С. Информационная ситуация и информационная позиция в информационном поле // Славянский форум. - 2017. - 1(15). – с.283-289.
16. Дышленко С.Г., Адаптивное проектирование ГИС для изысканий с использованием GIS ToolKit // Инженерные изыскания. - 2010. - №5. – с. 48-51.
17. Роганов В. Р., Семочкина И. Ю., Жашкова Т. В. Системы моделирования трёхмерных визуально наблюдаемых моделей //Труды Международного симпозиума «Надежность и качество». – 2015. – Т. 1.
18. I. P. Deshko, K.G. Kryazhenkov, E. E. Cheharin. Virtual Technologies // Modeling of Artificial Intelligence. 2016, Vol. 9, Is. 1, pp. 33-43. DOI: 10.13187/mai.2016.9.33 www.ejournal11.com.
19. Нечаев Ю. И., Бухановский А. В., Иванов С. А. Виртуальное моделирование динамики судна на морском волнении в интеллектуальных тренажерах // Искусственный интеллект. – 2004. – №. 3. – С. 350-359.
20. Розенберг И.Н., Цветков В.Я. Координатные системы в геоинформатике – МГУПС, 2009 - 67с.
21. Ежова К. В. Математическое моделирование фотограмметрической дисторсии //Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2006. – №. 26.
22. Филиппович Л. С. Картографическое моделирование территориальных рекреационных систем – М.: Наука. – 1983.
23. Яковлев Е. И. Геодезическое моделирование и условия разрешимости двухконцевой задачи для многозначных функционалов // Функциональный анализ и его приложения. – 1996. – Т. 30. – №. 1. – С. 89-92.
24. Цветков В. Я. Ситуационное моделирование в геоинформатике // Информационные технологии. – 2014. - №6. – с.64-69
25. Павлов А.И. Пространственная информационная ситуация // Славянский форум, 2016. -4(14). – с.198-203.
26. Дышленко С.Г. Трёхмерное моделирование в ГИС // Перспективы науки и образования- 2014. - №2. – с.28-33
27. Дышленко С.Г., Цветков В.Я. Построение трёхмерных цифровых моделей // Славянский форум, 2016. - 3(13). – с.83-91.

УДК: 656.052

ОБНОВЛЕНИЕ ТЕМПОРАЛЬНОЙ БАЗЫ ДАННЫХ В ТРАНСПОРТНОЙ СФЕРЕ

Матчин В.Т. Старший преподаватель, МГТУ МИРЭА, E-mail: matchin.v@gmail.com, Москва, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены принципы и технологии обновления баз данных с пространственной информацией. Дается систематика баз данных в сфере транспорта. Показана ориентация этих баз данных на управление. Показано различие между бортовой базой данных и ситуационной базой данных. Описаны два типа ситуационных баз данных. Описана особенность баз данных с пространственной информацией. Описана темпоральная база данных. Описаны основы темпоральной логики, применяемой при обновлении базы данных. Показано, что обновление темпоральных баз данных выходит за рамки СУБД и требует особой организации и технологий.

Ключевые слова: транспорт, управление, базы данных, пространственные базы данных, бортовые базы данных, ситуационные базы данных, темпоральные базы данных, пространственная информация, обновление информации

UPDATING THE TEMPORAL DATABASE IN THE TRANSPORT SECTOR

Matchin V. T. Senior Lecturer, MSTU MIREA, E-mail: a.ohotnikov@vniias.ru, Moscow, Russia

Annotation. The article analyzes the application of information models in the management of transport. Paper offers a brief systematics of information models in the field of transport. Paper fixes a variety of information models of objects, processes and situations, which is a natural obstacle to the creation of a unified theory of models. The article reveals the content of the information structure as a conceptualization of different models. The article reveals the content of information relations as a specific form of models reflecting qualitative transitions between other models. The article analyzes the information situation model as the basis for managing objects in a real situation. Paper describes information units as elements of building models.

Keywords: Information, transport, modeling, models, information models, information relations, information units, information structures.

Введение.

Базы данных в транспортной сфере отличаются целевой специализацией, и часто отличаются от классических реляционных баз данных (РБД). В сфере транспорта базы данных ориентированы на управление и создаются либо для принятия решений, либо для их поддержки. Особо следует отметить бортовые БД (Onboard database), которые уже применяются на воздушном транспорте [1], морском транспорте, на космических аппаратах; не исключено использование таких баз на наземном, в том числе железнодорожном транспорте. Такие базы данных включают две компоненты: ситуационную базу данных и стратегическую базу данных.

Стратегическая база данных помогает выполнять прогнозы и формировать стратегию на будущее. Ситуационная база данных существует как в бортовой БД, так и самостоятельно. Ситуационные базы данных (Situational database) бывают двух видов. Ситуационная база данных (СБД1) транспортного средства собирает информацию о динамической ситуации вокруг транспортного средства (самолет, судно, спутник, автомашина) эта ситуация представляется в визуальном и текстовом виде для лица управляющего этим объектом. Следует констатировать, что ситуационная база данных ориентирована не на обычную реляционную модель, на модель информационной ситуации [2, 3].

Основной единицей хранения в СБД является информационная ситуация в момент времени t . Следует констатировать, что СБД ориентирована не на массового пользователя, как большинство РБД, а на специалиста в области управления транспортным средством. Ситуационная база данных (СБД2) места прибытия ориентирована также на диспетчера (воздушного, морского или железнодорожного транспорта). Она собирает информацию о ситуации в месте посадки или месте прибытия транспортного средства. Существуют многоцелевые базы данных (Multipurpose database) [5], применяемых при управлении транспортным средством, когда велика возможность изменения цели маршрута или функциональной перевозки (особенно часто при интермодальных перевозках). Существуют темпоральные базы данных (Temporal Database) [6]. Темпоральная база данных содержит временные типы данных и ориентирована на модальную и темпоральную логики. Темпоральная база данных может функционировать как самостоятельная БД, а может входить в состав другой БД.

Темпоральные базы данных.

Темпоральная база данных хранит данные, относящиеся к экземплярам времени. Она содержит среди прочих временные типы данных и хранит информацию о прошлом, настоящем и будущем. Временные аспекты обычно включают в себя действительное время и время транзакции. Эти атрибуты могут быть объединены для формирования битемпоральных данных. Действительное время (Valid time) [6]- это период времени, в течение которого в реальном мире факт действителен. Время транзакции (Transaction time) [6]- это период времени, в течение которого был известен факт, хранящийся в базе данных. Битемпоральные данные (Bitemporal data)[6] объединяют Valid time и время транзакции.

В базе данных можно установить временные рамки, отличные от действительного времени и времени транзакции, например, времени принятия решения. В этом случае база данных называется мультитемпоральной базой данных, а не битемпоральной базой данных. Этот подход вводит дополнительные сложности, такие как рассмотрение действительности.

Темпоральная база данных использует темпоральную логику. Темпоральная логика (*temporal logic*) — это логика, учитывающая временные причинно-следственные связи. Темпоральная логика применяется для описания функциональных явлений в зависимости от временной шкалы [7]. Она была разработана в А. Приором [8] на основе интенциональной и модальной логики и первоначально называлась *tense logic*.

Временные характеристики всегда входят в данные и БД, однако форма их описания может быть различной: явной и неявной. Именно от описания зависит свойство темпоральность, как возможность использования темпоральной логики и темпоральных моделей. Можно определить темпоральность как свойство, заключающееся в явной форме выражения

временных характеристик, делающих возможной применение теории темпоральной логики.

Говоря о типах времени БД, необходимо применить понятие гранулярности времени. Гранулярность времени [9] показывает, насколько близкие моменты на оси времени все еще будут отличимыми друг от друга. Например, для наблюдения за деформациями инженерных сооружений достаточно использования интервалов времени фиксации по неделям или по 10 дням, а для времени мониторинга пожаров по данным дистанционного зондирования может быть использовано разбиение интервала наблюдения по часам. С каждым типом времени может быть связан некий дескриптор-календарь, который определяет диапазоны значений, гранулярность времени и прочие характеристики.

В связи с этим выделяют интервальное и точечное представление данных или фактов. Точечное представление функции определяет ее значение в каждой точке, описываемой ее аргументами. Интервальное значение функции задается значением, одинаковым для интервала аргументов. Для сравнения, обычная «четкая» модель опирается на точечное представление актуального состояния. Нечеткие модели используют интервальные значения времени.

Таким образом, темпоральная модель БД отличается от традиционных моделей БД наличием формы представления времени, которое фиксируется с помощью так называемых временных меток (time stamp). Временные метки можно рассматривать как атрибуты, связанные с фиксацией показаний времени. При интерпретации применяют следующие объяснения временных меток. Время фиксации события или факта (Valid time), т.е. так называемая действительная дата — это временная метка, которая представляет время события или состояния предметной области, как уже было указано в предыдущем разделе. Например, это дата подписи на документе, показания времени, снятые с контролирующих приборов, дата отгрузки проданного товара со склада и т.д.

Время операции (Transaction time) — это временная метка, представляющая время, когда была выполнена операция хозяйственной деятельности организации, как уже было указано в предыдущем разделе. Время сбора данных (Capture time) — это временная метка, представляющая время, когда данные были извлечены или собраны из источника данных. Время актуализации данных (Apply time) — это временная метка, связанная со временем загрузки данных в БД. Время, определяемое пользователем (User-defined time) — это временная метка, представляющая момент или моменты времени, которые пользователь намерен хранить в атрибуте сущности, но непосредственно не связанные с фиксацией временной зависимости в модели БД.

Семантика состояния БД может быть представлена как «снимок» всей системы данных или «мгновенное описание» системы. Между этими понятиями есть разница, которая ярко проявляется при работе с системами больших данных [10].

Для систем обновления БД характерно «бесконечное» выполнение — они работают неограниченно долго. Результат действия такой системы обновления — бесконечная последовательность состояний, где каждое следующее состояние получается переходом из предыдущего. Задача логического обновления БД состоит в проверке необходимости обновления ее данных на основе концепции Model Checking [11], которая задается системой переходов (структурой Крипке), свойства, выраженного формулой темпоральной логики. Таким образом, система обновления ИК формально может быть представлена в виде графа переходов.

Для построения такого графа применяют модель, которую называют структурой Крипке [12] или моделью Крипке [13]. Структурой Крипке над множеством элементарных высказываний P

называется система переходов

$$S = (S, s_0, \rightarrow, L), \quad (1)$$

где S — конечное множество состояний (модели программы),

$s_0 \in S$ — начальное состояние,

$R \subseteq S \times S$ — отношение переходов,

$L : S \rightarrow 2^P$ — функция, помечающая каждое состояние множеством элементарных высказываний, истинных в этом состоянии.

Путь в структуре Крипке из состояния s_0 — это бесконечная последовательность состояний $\pi = s_0 s_1 s_2 \dots$ такая, что для всех $i > 0$ выполняется $S_i \rightarrow S_{i+1}$. Для пути $\pi = s_0 s_1 s_2 \dots s_i s_{i+1} s_{i+2} \dots$ имеем $\pi^i = s_i s_{i+1} s_{i+2} \dots$ и $\pi(i) = s_i$.

В качестве языка спецификации выбирают рассматривается язык темпоральной логики линейного времени LTL (Linear-Time Logic). Выбор логики LTL возможен, если БД является классической реактивной системой, которая, будучи однажды запущенной, должна иметь корректное бесконечное поведение. Условия корректности удобно задавать в виде шаблонов свойств, которым должны соответствовать корректные исполнения программы. В темпоральной логике LTL каждая формула по сути представляет собой такой шаблон. Формулы логики LTL строятся по следующей грамматике при [14]

$$p_i \in P (0 \leq i \leq n): \quad (2)$$

$$\varphi, \psi ::= true / p_0 / p_1 / \dots / p_n / \neg \varphi / \psi \wedge \varphi / X\varphi / \psi U \varphi / F\varphi / G\varphi.$$

Формула логики LTL описывает свойство одного пути структуры Крипке, выходящего из некоторого выделенного текущего состояния. Темпоральные операторы X , F , G и U имеют следующую интерпретацию:

$X\varphi$ (**neXt**) означает, что формула φ должна выполняться в следующем темпоральном состоянии,

$F\varphi$ (**Finally**) означает, что формула φ должна выполняться в некотором будущем состоянии пути,

$G\varphi$ (**Globally**) означает, что формула φ должна выполняться в текущем состоянии и во всех будущих состояниях пути,

$\psi U \varphi$ (**Until**) означает, что φ должна выполняться в текущем или будущем состоянии при том, что во всех состояниях (начиная с текущего) до этого момента должна выполняться формула ψ .

R (**Release**) : $\psi R \varphi$ — либо во всех состояниях выполняется φ , либо существует состояние, в котором выполняется ψ , а во всех предыдущих выполнено φ .

Обновление и темпоральность.

Актуальность информации является обязательным требованием к информации, хранимой в БД. Наряду с типичными процедурами манипулирования с информацией в базе данных, которые решаются средствами СУБД, при работе с базами данных возникает необходимость актуализации информации или обновления информации. Часто эта процедура не решается в полной мере средствами СУБД и требует разработки специальных технологий или

программных систем. Это приводит к необходимости введения и рассмотрения информационной модели в человеко-машинной системе [15] в дополнении с СУБД.

Различают логическую и физическую базу данных [16]. Логической базой данных называют логическую структуру связанных данных, в которой определены данные и отношения между ними. Физической базой данных называют физическую структуру связанных данных, хранимых на машинных носителях для которых заданы отношения и сами данные отделены от процедур манипуляции с ними. Обновление данных связано с физическим изменением данных при сохранении логической структуры [17, 18]. При обновлении не меняется схема данных, а изменяется физическое наполнение БД. Введем понятие эффективности логического обновления и времени физического обновления

Эффективность логического обновления – отношение числа логических или алгоритмических операций к общему числу физических и логических операций при обновлении информационной единицы базы данных. Время физического обновления – время между началом и окончанием процедуры обновления в базе или банке данных. Например, если число логических операций равно числу физических, то эффективность логического обновления 0,5. Если на обновление фрагмента базы данных требуется 0.01 сек - это и есть время физического обновления. Специфическим является обновление пространственной информации в базах данных или в базах геоданных [19,20]. Эта специфика проявляется в применении визуальных моделей данных в БД и необходимости учитывать топологические отношения геоданных.

В настоящее время появилась новая формальная обобщенная модель, которую удобно использовать для описания БД. Эта модель носит название информационная конструкция [21]. При создании БД важнейшей задачей является задача согласования данных, а для баз данных, баз геоданных или банков пространственной информации эта задача трансформируется в задачу согласования данных (геоданных) [19, 20]. Задача поиска согласованной структуры пространственных данных всегда связана с организацией этих данных применительно к решаемым задачам. Такая организация является одновременно и инструментом поиска геоданных. Изменения состава БД влечет за собой изменение связей между отдельными элементами в БД и последующие целенаправленные структурные преобразования, направленные на согласование ее отдельных компонентов в смысле взаимных отношений и информационных соответствий ряда параметров. Обновление состава БД влекут за собой обновление отношений между отдельными элементами в БД и последующие изменения отношений в условиях решаемой задачи.

Особенностью баз данных в транспортной сфере является то, что они работают с пространственной информацией. Именно в пространстве перемещаются транспортные объекты. Это приводит к необходимости введения понятия пространственная база данных (БПД). Важным процессом для базы пространственных данных является процесс обновления уже введенных данных. Дополнительная проблема возникает при необходимости оперативно обновлять данные [22]. Формально для этой цели можно выделить какое-то количество операторов, которые следили бы за изменением тех или иных участков БПД. Однако, если объем этих объектов исчисляется терабайтами, уследить за изменением всех параметров простому оператору невозможно. При этом процесс перестройки структурной модели длительный. Поэтому остро встает вопрос об автоматизации данного процесса. Эта задача решается за счет интеллектуальной обработки информации в БД.

Геознания в области пространственной информации отличаются большой динамичностью. В связи с этим создание модели, обеспечивающей интерактивную корректировку данных при условии сохранения целостности и согласованности, приведет к соответствующему расширению возможности контроля релевантности геоинформации как со стороны экспертов, так и по отношению к качеству принимаемых решений на основе результатов обработки геоданных.

Для реализации в БПД автоматической адаптации к изменению параметров взаимодействия пользователя с предметной областью нужен принципиально новый инструмент поддержки согласованности структуры топологических отношений и группируемости в динамическом режиме [23]. При установлении топологии фиксируется кластерный допуск, похожий на допуск сходства. Это расстояние, на котором граничные вершины геометрических объектов считаются совпадающими. Операция проверки топологии используется для замыкания (слияния) геометрии объектов при попадании граничных вершин в пределы кластерного допуска и для контроля нарушений заданных топологических правил

Использование механизма структурной согласованности [19] позволяет управлять распределением данных по группам в динамическом режиме. Структурная согласованность при обновлении является следствием изменения параметров предметной области или изменением параметров информационной ситуации. Структурная согласованность является решением задач на множестве объектов с фиксированным набором атрибутов, таких как населенные пункты, группируя их с целью выполнения определенного мероприятия, например, для помещения внутри каждой группы.

Каждый пространственный объект в транспортной БПД содержит геометрию и топологию, поэтому он участвует в топологических отношениях. Геометрия включает позицию объекта и форму объекта. Геометрия включает координатную привязку объекта [24]. Хранение не просто данных, а геометрии объекта является одним из обязательных условий БПД, поскольку каждый пространственный объект всегда должен быть доступен для отображения и анализа. По существу геометрия есть не что иное, как пространственная информационная ситуация [25]

Особенностью БПД является то, что кроме типичных для реляционной БД «родо-видовых» отношений или отношений типа «часть-целое» необходимо включение топологических и пространственных (касание, внутри, снаружи и др.) отношений [26]. Это различие следует из различия между знанием и геознанием. Геознание имеет дополнительные компоненты: конфигурационную (морфологическую), позиционную и взаимную [27, 28]. Эти различия должны быть отражены в пространственной БД.

Заключение.

Семантику состояния БД целесообразно представлять в двух вариантах как «снимок» всей системы данных при небольших объемах данных и как дескриптивное описание при больших объемах данных. В качестве методики обновления целесообразно использовать темпоральную логику и темпоральные модели. При этом следует разделять логическое обновление и технологическое обновление. Логическое обновление можно рассматривать как индикаторный механизм. Оно выполняет одну функцию «надо обновлять – не надо обновлять». Технологическое обновление включает собственно замену данных БД на актуальные данные. Проверка пространственной актуальности БД требует разработки процедур обнаружения неактуальных объектов и выбора метода обновления. Механизм

темпоральной логики позволяет автоматически оценивать информационную ситуацию, требующую обновления. Однако для этого БПД должна быть преобразована в темпоральную БД путем введения временных методов и других атрибутов темпоральности.

Список литературы

1. Джанджгава Г. И., Сазонова Т. В., Шелагурова М. С. Методы формирования и структура бортовой базы данных о рельефе земной поверхности // Известия ЮФУ. Технические науки. 2015. №1 (162). URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/metody-formirovaniya-i-struktura-bortovoy-bazy-dannyh-o-reliefe-zemnoy-poverhnosti> (дата обращения: 29.05.2017).
2. Tsvetkov V. Ya. Dichotomic Assessment of Information Situations and Information Superiority // European researcher. Series A. 2014, Vol.(86), № 11-1, pp.1901-1909. DOI: 10.13187/er.2014.86.1901
4. Лотоцкий В.Л. Информационная ситуация и информационная конструкция // Славянский форум. - 2017. -2(16). – с.39-44.
5. www.ai.com.pl/wp.../multipurpose-terrain-database.pdf. (дата обращения: 29.05.2017)
6. https://en.wikipedia.org/wiki/Temporal_database (дата обращения: 29.05.2017).
7. Цветков В. Я. Применение темпоральной логики для обновления информационных конструкций // Славянский форум. -2015. - 1(7) - с.286-292
8. <http://plato.stanford.edu/entries/prior/> (дата обращения: 22.04.2017).
9. Суворова А. В., Пащенко А. Е., Тулупьева Т. В. Оценка характеристик сверхкороткого временного ряда по гранулярным данным о рекордных интервалах между событиями //Труды СПИИРАН. – 2010. – Т. 1. – №. 12. – С. 170-181
10. Tsvetkov V. Ya., Lobanov A. A. Big Data as Information Barrier // European Researcher, 2014, Vol.(78), № 7-1, p. 1237-1242.
11. Bernholtz O., Vardi M. Y., Wolper P. An automata-theoretic approach to branching-time model checking //Computer Aided Verification. – Springer Berlin Heidelberg, 1994. – p.142-155
12. Browne M. C., Clarke E. M., Grumberg O. Characterizing finite Kripke structures in propositional temporal logic //Theoretical Computer Science. – 1988. – Т. 59. – №. 1. – p.115-131
13. Bowen K. A. Model theory for modal logic: Kripke models for modal predicate calculi. – Kluwer Academic Pub, 1979. –127p.
14. Васильева К. А., Кузьмин Е. В. Верификация автоматных программ с использованием LTL //Моделирование и анализ информационных систем. – 2007. – Т. 14. – №. 1. – С. 31-43.
15. Матчин В.Т. Информационная модель в человеко-машинной системе // Перспективы науки и образования- 2014. - №6. – с.14-18.
16. Цветков В.Я. Проектирование структур данных и базы данных. / Учебное пособие. - М.: Московский государственный университет геодезии и картографии, 1997 -90с
17. Цветков В.Я., Железняков В.А. Интеллектуальное обновление данных в банке данных земель сельскохозяйственного назначения // Международный научно-технический и производственный журнал «НАУКИ О ЗЕМЛЕ». - 2-2012.- с.73-79.
18. Цветков В.Я., Матчин В.Т. Концептуальное построение программы обновления геоданных // Перспективы науки и образования- 2015. - №1. – с.30-38
19. Дулин С.К., Розенберг И.Н. Об одном подходе к структурной согласованности геоданных // Мир транспорта, 2005, № 3.- с.16-29.
20. Матчин В.Т. Формирование геоданных// Славянский форум, 2015. - 2(8) - с.185-193

21. Tsvetkov V. Ya. Information Constructions // European Journal of Technology and Design, 2014, Vol.(5), № 3- p147-152
22. Матчин В.Т. Обновление баз данных с пространственной информацией // Славянский форум, 2015. - 3(9) - с.173-180
23. Burrough P, Frank AU (eds) (1996) Geographic objects with indeterminate boundaries. Number 2 in GISData. Taylor and Francis, London/
24. Розенберг И.Н. Цветков В.Я. Координатные системы в геоинформатике – МГУПС, 2009 - 67с.
25. Павлов А.И. Пространственная информационная ситуация // Славянский форум, 2016. - 4(14). – с.198-203.
26. Antony Galton. Spatial and temporal knowledge representation // Earth Science Informatics, September, 2009, Volume 2, Issue 3, pp 169-187.
27. Кулагин В. П., Цветков В. Я. Геознание: представление и лингвистические аспекты // Информационные технологии. – 2013. - №12. – с.2-9.
28. Савиных В.П. Геознание. Монография. - М.: МАКС Пресс, 2016. - 132с.

УДК: 681.32.019.

ОСОБЕННОСТИ СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

- Дзюба Ю.В.** Руководитель Центра стратегического анализа и развития, ОАО НИИАС, E-mail: u.dzuba@vniias.ru, Москва, Россия
- Павловский А.А.** Заместитель генерального директора, ОАО НИИАС, E-mail: A.Pavlovskiy@vniias.ru, Москва, Россия
- Аннотация.** Статья анализирует стандартизацию в области информационных технологий. Раскрываются особенности стандартизации в этой сфере. Отмечено разнообразие информационных моделей объектов, процессов и ситуаций, которое является естественным препятствием создания стандартов. Описаны два типа стандартов де-юре и де-факто по принципу их признания. Описаны два типа стандартов по типу объекта стандартизации. Описаны международные организации в области стандартизации и принципы стандартизации за рубежом. Описана стандартизованная система качества и основные задачи стандартизации в области информационных технологий. Отмечено различие в уровне стандартизации в коммуникационных системах и в области информационных моделей.
- Ключевые слова:** информация, транспорт, стандартизация, стандарты, информационные технологии, информационные модели, информационные конструкции.

FEATURES OF STANDARDIZATION IN THE FIELD OF INFORMATION TECHNOLOGY

- Dzuba Yu.V.** Head, Strategic analysis and development center, JSC "NIIAS", E-mail: u.dzuba@vniias.ru, Moscow, Russia
- Pavlovskiy A.A.** Deputy General Director, JSC "NIIAS", E-mail: A.Pavlovskiy@vniias.ru, Moscow, Russia
- Annotation.** The article describes the results of the study of object and situational models in the management of transport. The article reveals the content of the object and situational information models. The article describes the similarity and difference between these models. The article reveals the content of static and dynamic information situations. The article describes the difference between the information situation on interactions and the information situation on states. The article suggests a method of using the information situation model to assess information uncertainty in decision-making.
- Keywords:** Information, transport, standardization, standards, information technology, information models, information structures.

Введение.

Современное управление транспортным комплексом широко опирается на стандартизацию и стандарты в первую очередь как инструмент управления качеством и инструмент обеспечения качества и надежности [1]. Особое место в стандартизации занимают информационные технологии (ИТ) как область высокой вариабельности и сложной стандартизуемости [2, 3]. В

тоже время ИТ - основа для инноваций в области транспорта и других направлениях. Рейтинг ИТ постоянно возрастает и увеличиваются области их применения. Основные технологии, для которых характерна эта тенденция, включают: беспроводные системы; волокно оптические системы; высокоскоростные методы передачи данных и соответствующие и протоколы; Vlsi-Ulsi чипы; спецпроцессоры; технологии хранения данных; технологии, основанные на автоматизированном вводе и распознавании речевой информации; обработка изображений; разработка программного обеспечения; интерактивные технологии и т.п.

Несколько факторов способствуют разработке и развертыванию ИТ в бизнесе и внутренних рынках: Internet и Intranet логика и архитектура, появление "квалифицированного пользователя", активные и динамические WEB - страницы, новые станций WEB с потребностью использовать быстродействующие методы связи; мобильное "переключение". Мобильные системы добавляют к этому и повсеместно распространяющуюся возможность связи и вычислений. Все это делает актуальной проблему совместимости такого многообразия, что достигается в первую очередь за счет стандартизации в этой области.

Проблемы стандартизации в области ИТ.

Проблемы стандартизации в области информационных технологий делятся на технологические [4] и объектные [5]. Технологические проблемы обусловлены следующим. Возможности современных вычислительных систем по обработке информации на практике не используются полностью. Они часто применяются неэффективно, например системы компьютерной графики как чертежные доски с возможностью анимации проектируемых изделий, электронные таблицы как интеллектуальные калькуляторы, текстовые процессоры как печатающие машинки. Одной из причин не эффективного использования современных средств автоматизации является использование своих собственных информационных моделей с нарушением общепринятых правил и стандартов их построения, обмена и хранения. В результате внедрения в комплексные задачи подобные информационные модели в большинстве случаев оказываются, разовыми, несовместимыми и малоэффективными. Стандарты и стандартизация необходимы для эффективного обмена информацией и многоразового использования разработок и обеспечения совместимости между новыми и старыми моделями. Это определяет необходимость применения стандартизации в области ИТ как основы повышения качества информационных технологий и информационных систем.

Для эффективного информационного взаимодействия между информационными системами и обеспечения качества информационных продуктов необходимы стандарты на структуру, содержание и протоколы передаваемой информации.

Объектные проблемы стандартизации обусловлены разнообразием моделей и процессов в информационном поле. Существуют разные информационные модели и разные информационные единицы [6-9], которые их образуют. Это информационные модели объектов и процессов [10], информационные модели ситуаций [11, 12], дескриптивные [13] и прескриптивные информационные модели. Существует ряд информационных конструкций [11, 14], которые являются обобщением информационных моделей. Существуют модели сценариев обучения, модели игрового обучения [15], модели тестирования. Существуют модели виртуальной реальности [16, 17] и модели дополненной реальности [18]. Существуют модели информационной неопределенности [19], модели информационных [20] и пространственных [21] отношений. Существуют модели систем [22], включая тринитарные системы [23].

Применяют многочисленные модели для описания жизненного цикла систем и процессов. Существуют модели поддержки принятия решений [18, 24] и многие другие. Стандарты обеспечивают взаимосвязь между разными моделями и системами, построенными на их основе. Стандарты – определяющий фактор создания информационного общества. Без стандартов интеграция общества и способность к взаимодействию систем и услуг не будут возможны.

Два типа стандартов по их оформлению.

Современное динамическое объединение технологий компьютеров, передачи данных, бытовой электроники и мультимедиа - требуют постоянного введения новых стандартов. Однако в такой ситуации концепция и значение стандарта изменяется. Динамика развития ИТ приводит к необходимости постоянного обновления и введения новых стандартов. В противном случае происходит появление “двойных стандартов”, одни из которых признаны соответствующими органами стандартизации и существуют формально, другие действуют фактически, будучи непризнанными как официальные документы.

Обычно де-юре ссылаются на стандартные рекомендации, выпущенные международными органами стандартизации типа ITU-T и ISO и др.;

де-факто в качестве стандартов используют рекомендации или технические спецификации, принятые рынком и пользователями на международном уровне, даже если они выпущены одиночной компанией или группой компаний. Операционная система Windows или Браузеры - типичные примеры международных фактических стандартов.

Основные проблемы, с которыми сталкиваются де-юре стандарты определяются длинными задержкам для их окончательного формального утверждения. При этом довольно часто чрезмерно академические и теоретические сопровождаемые подходы в некоторых случаях фактически не поддерживаются изготовителями информационных средств и продуктов.

Примером официальных стандартов не получивших широкой поддержки на практике могут служить OSI (Open System Interconnection) (стандарты открытых систем связи). Множество протоколов, которые легли в основу этих стандартов, несмотря на всесторонне обоснованные концепции, не привели к практической их реализации. С другой стороны, канал TCP/IP протокола Интернет был выполнен различными способами, но завоевал широкое практическое распространение.

В некоторых случаях де-юре стандарты служат основанием для остановки или задержки инноваций при разработке новых концепций и новых информационных продуктов. В настоящее время, по мнению специалистов ЕИТО в Европе динамическое развитие и противоречие де-юре или де-факто информационных стандартов имеет меньшее значение, и те и другие должны быть "временными" и "эволюционными".

Стандарт - показатель жизненного цикла технологии, и эта парадигма должна быть основой при его разработке и использовании. В этом случае различие между де-юре и де-факто стандартами менее значительно для пользователей, но в любом случае стандарты не должны быть статическими и являться негативным средством влияния или ограничения на введение инноваций.

В процессе стандартизации должны быть решены следующие задачи: определение объекта стандартизации, определение области стандартизации для данного объекта, определение основных целей стандарта, определение терминологических категорий стандарта, соответствие стандарта международным аналогам или требованиям в данной области стандартизации [2, 3].

Два подхода к разработке стандартов.

Следует отметить наличие двух подходов к стандартизации, которые хотя и не противоречат друг другу, но обычно являются альтернативными при разработке стандартов. В одном случае может разрабатываться стандарт на описание объекта как на некую законченную систему, в другом, стандарт разрабатывается на требования к свойствам и характеристикам объекта.

В условиях быстрого обновления технологий стандарты первого типа не только быстро устаревают, но самое главное становятся препятствием применения новых методов и технологий. Стандарты второго типа менее требовательны к объекту, т.е. допускают его относительную модификацию, но главным требованием в них является требование сохранения характеристик в процессе эксплуатации объекта.

В России возможно создание стандарта предприятия, отраслевого стандарта (ОСТ) и государственного стандарта (ГОСТ Р). К сожалению, чаще происходит разработка стандартов именно первого типа, а так как их утверждают чиновники, традиционно не компетентные в профессиональном плане, то зачастую эти стандарты фактически создаются с целью дать определение какого либо нового понятия, а не для обеспечения и повышения технологической эффективности. В результате такая “стандартизация” оказывает негативное воздействие на развитие новых технологий и инноваций [25].

Другим слабым местом в отечественной методике стандартизации является определение области стандартизации с учетом соответствия международным классификациям или определениям. Как самостоятельная терминологическая категория “область стандартизации” отсутствует в составе обязательной информации входящей в стандарт. Однако ее определение должно предшествовать разработке самого стандарта для выявления близких аналогов и разработке требований к нему. Для определения областей стандартизации необходимо проанализировать деятельность органов стандартизации, решающих эти задачи на международном уровне.

В числе таковых следует рассмотреть традиционно ведущие, такие как ISO (the International Standards Organization) международная организация по стандартизации, IEC (the International Electrotechnical Commission) международная комиссия по электротехнике и ITU-T (International Telecommunications Union) международный союз телекоммуникаций и др.

Возрастающую роль в этих организациях играют не закрытые заседания нескольких чиновников, а консорциумы, ассоциации и форумы, основанные на специфических темах типа OSF (Open Software Foundation) для DCE, IEEE для LAN, ATMFORUM для ATM. В этом месте следует отметить нередкое терминологическое несоответствие отечественных определений с зарубежными. В качестве примера рассмотрим термин “открытые системы”. Он получил достаточно широкое распространение после появления и развития локальных сетей и соответствовал зарубежному стандарту Open System Interconnection. В настоящее время появился еще один отечественный термин “открытые системы”, который относится к области разработки программных приложений Open Software Foundation. Формально между ними нет различия, вследствие неточного и неполного перевода. Но по существу первая область – область технологических систем (технология коммуникационных систем), а вторая область программирования (теория и формализация написания программ в любой области).

Организационная структура и процедуры стандартизации различны для всех органов стандартизации, но главным принципом их работы является - ускорение процедур определения и формализации стандартов с более быстрым принятием доминирующих де-факто стандартов

с использованием логики “стратегии перехвата”. Организационная структура органов стандартизации обычно базируется на общем собрании, имеющем законодательную силу. Оно определяет главную политику и принимает решения по управлению и стратегии органа стандартизации. Техническая политика органа осуществляется постоянно функционирующим секретариатом, который реализует стандартные решения организации и создает технические комитеты и рабочие группы, которые обеспечивают реальные действия по стандартизации в определенной для них области компетентности.

Международные организации стандартизации.

Международная организация по стандартизации, (ISO), Международная комиссия по электротехнике, (IEC) и Международный телекоммуникационный союз (ITU), с Консультативными Комитетами CCITT и COIR - во всем мире де-юре объекты стандартизации, действующие в междисциплинарном секторе новых информационных технологий. Они имеют свои филиалы в Европейских организациях стандартов: Comite Europeen Normalisation (CEN), Comite Europeen Normalisation Electrotechnique (CENELEC) и Европейском институте стандартов передачи данных (ETSI). Появление Интернет также подняло авторитет создавшего ее разработчика IETF (Internet Engineering Task Force), де-юре орган стандартизации в этой области. Во всех случаях на всемирном и Европейском уровнях организации стандартизации координировали свои действия для достижения максимального согласования и гармонизации стандартов.

В Европе, с сильной поддержкой Европейского союза, основная цель стандартизации состоит в создании неформального органа, который обеспечивает потребности в стандартах для Европейского рынка. Эта задача соответственно: Объединенного Европейского института Стандартов (JEIS), CEN /CENELEC и ETSI. Европейские Стандарты (EN и ETS) в основном основаны на стандартах ISO, IEC, и ITU -T. Однако, специфические европейские стандарты в ряде случаев не соответствуют в полной мере международным стандартам типа ISO или IEC.

ISO является самой большой де-юре организацией стандартизации в области техники. В настоящее время, ISO состоит из 214 Технических Комитетов (TC) которые охватывают практически все технические направления: механику, электричество, химическую промышленность, авионавтику, нефтепродукты, смазки, и т.д.

Стандартизация в области информационных технологий обеспечивается объединенным техническим комитетом " JTC 1 ", в котором 26 стран участвуют непосредственно и 33 страны присутствуют в качестве наблюдателей. JTC 1 был создан в 1987 как результат совместных действий ISO и IEC. Основные области стандартизации НИТ обеспечиваются специализированными подкомитетами (SC) перечисленными в Таблице 1.

Стандарты ISO пересматриваются по крайней мере каждые пять лет соответствующим техническим комитетом, в результате чего определяют должны ли они быть подтверждены, пересмотрены или отменены. Более подробная информация и список выпущенных стандартов ISO размещен на сервере: [http:// www.iso.ch](http://www.iso.ch).

Таблица 1.

Список подкомитетов Объединенного технического комитета по стандартизации в области информационных технологий

JTC 1 / SGFS	Специальная группа функциональной стандартизации
JTC 1 / SC 1	Словари

JTC 1 / SC 2	Кодирование символов
JTC 1 / SC 6	Телекоммуникационный и информационный обмен между системами
JTC 1 / SC 7	Разработка программного обеспечения
JTC 1 / SC 11	Гибкие магнитные средства для цифрового обмена данных
JTC 1 / SC 14	Принципы организации элементарных данных
JTC 1 / SC 15	Объемы и структуры файлов
JTC 1 / SC 17	Идентификационные карты и связанные с ними устройства
JTC 1 / SC 18	Автоматизированная обработка и передача документов
JTC 1 / SC 21	Открытые системы связи, управление данными и открытая распределенная обработка
JTC 1 / SC 22	Языки программирования, их среды и интерфейсы программного обеспечения системы
JTC 1 / SC 23	Оптический дисковые картриджи для информационного обмена
JTC 1 / SC 24	Компьютерная графика и обработка изображения
JTC 1 / SC 25	Оборудование информационных технологий
JTC 1 / SC 26	Микропроцессорные системы
JTC 1 / SC27	Методы защиты информационных технологий
JTC 1 / SC28	Оборудование офиса
JTC 1 / SC 29	Кодирование аудио-, видео-, мультимедиа- и гипермедиа информации
JTC 1 / SC 30	Технологии открытого обмена электронными данными
JTC 1 / SC 31	Автоматизированный сбор данных

ITU - Международный телекоммуникационный союз, был первоначально создан национальными правительствами для координации и разработки систем передачи данных во всем мире. В настоящее время УТИ - это агентство Организации Объединенных Наций, основной функцией которого является обсуждение и разработка стандартов. Принципиальные цели УТИ состоят в том, чтобы стимулировать продвижение технологии и гарантировать совместимость национальных сетей для эффективной организации международной связи. В 1992 ITU был реорганизован: два его сегмента, ССИТТ и СОИР были расформированы. Они были заменены тремя новыми отделами: телекоммуникационный сектор стандартизации (ITU-T), радиокommunikационный сектор (ITU-R), и телекоммуникационный сектор разработки (ITU-D). Негосударственные организации могут также быть членами сектора ITU с номером 380.

В настоящее время организация ITU такова, что члены правительственного сектора сдерживают его эффективное функционирование. Они контролируют основные принципы, определяют бюджет и основные цели деятельности союза на пленарных конференциях, проводя их каждые четыре года.

Они также выбирают ITU совет, состоящий из 40 правительств, который созывается каждый год для управления разработками, корректировки бюджета, и т.д. Члены негосударственного сектора, должны быть одобрены для членства их правительствами.

При составлении стандарта от начала работы могут проходить от 18 до 20 месяцев прежде, чем этот стандарт будет принят как ITU -рекомендация. При текущей практике, ITU группы изучения разрабатывают спецификацию и затем голосуют за это. Этот процесс может занимать до шести месяцев.

До 1990 ССИТТ рекомендации были сгруппированы для публикации в отдельных выпусках изданий ССИТТ и остаются в силе сегодня. Начиная с 1990, ССИТТ/ITU-T рекомендации издаются как отдельные выпуски.

Список рекомендаций ITU-T для разных областей стандартизации дан в таблице 2.

Таблица 2.

Рекомендации ITU-T по областям стандартизации

Серия	Рекомендации
A	Организация работы ITU-T
B	Средства выражения
C	Общая телекоммуникационная статистика
D	Общие тарифные принципы
E	Телефонная сеть и ISDN
F	Обслуживание нетелефонных коммуникаций
G	Системы и средства передачи
H	Передача нетелефонных сигналов
I	Интеграция услуг цифровой сети
J	Передача аудио и телевизионных сигналов
K	Защита против несанкционированного доступа
L	Конструкция, установка и защита кабелей и других внешних модифицированных элементов
M	Обслуживание: международные системы передачи, телефонные линии связи, телеграфные, факсимильные и арендованные линии связи
N	Обслуживание: международные аудио- и телевизионные передающие сети
O	Спецификации измерительного оборудования
P	Качество передачи информации по телефону
Q	Подключение и сигнализация
R	Телеграфная передача информации
S	Терминальное оборудование обслуживания телеграфа
T	Терминальное оборудование и протоколы для телеметрического обслуживания
U	Телеграфное переключение
V	Данные телекоммуникационных и телефонных сетей
X	Данные сетевой информации и открытые системы связи
Z	Языки программирования

Более подробная информация и список выпущенных стандартов размещен на сервере: [http:// www.itu.ch](http://www.itu.ch).

ETSI (the European Telecommunications Standards Institute) Европейский институт телекоммуникационных стандартов был создан в 1988 для определения европейских стандартов передачи данных и для сотрудничества с Европейским союзом радиовещания (EBU European Broadcasting Union) и CEN/CENELEC соответственно, в связанных полях радиовещания и технологиях электронного офиса. В связи с изменением рынка передачи данных ETSI становится все большим экспертом при анализе рынка и прогнозом новых достижений. ETSI объединяет деятельность в области стандартизации с анализом поставщиков услуг, изготовителей, администрации, пользователей и исследованием взаимообмена.

Действия стандартизации ETSI обеспечиваются техническими органами, которые являются ответственными за составление стандартов и комитетом редактирования и поддержки (ECS) отделение, которого несет ответственность за совокупность общих комментариев стандартов, утверждение и публикацию стандартов. Основные действия технических комитетов ETSI в областях стандартизации приведены в Таблице 3.

Таблица 3.

Деятельность технических комитетов ETSI в областях стандартизации

Тип комитета	Направление деятельности комитета
ТС	Телекоммуникационный бизнес
ТС	Методы тестирования и спецификации
ТС	Передача и мультиплексирование
ТС	Сигналы, протоколы и подключение
ТС	Терминальное оборудование
ТС	Проблемы развития и эксплуатации сети
ТС	Радиооборудование и радиосистемы
ТС	Системы и станции спутников Земли
ТС	Специальная мобильная группа
ТС	Инженерное оборудование
ТС	Человеческие факторы
JTC	EBU/ETSI

Более подробная информация и список выпущенных стандартов размещен на сервере: **http://www.etsi.fr**.

CEN/CENELEC основанный в Брюсселе, является ассоциацией, включающей национальные органы стандартизации и электротехнические комитеты следующих Европейских стран: Австрия, Бельгия, Дания, Финляндия, Франция, Германия, Греция, Исландия, Ирландия, Италия, Люксембург, Нидерланды, Норвегия, Португалия, Швеция, Швейцария, Испания, и Великобритания. Основная цель CEN состоит в планировании, проектировании и принятии Европейских стандартов как технической основы для общего гомогенного Европейского рынка. Поле CEN действия покрывает целый технический сектор за исключением электротехнической (CENELEC) и передачи данных (ETSI). Более подробная информация и список выпущенных стандартов размещен на сервере: **http://www.etsi.fr**.

Группа по разработке Интернет (IETF) - разрабатывает протоколы обмена данными и концепции развития этой сети. Имеются два типа документов Интернета: основа Интернетдрафт и подробный (RFCs):

- Интернетдрафт - не имеет никакого формального статуса и может быть изменен или удален в любое время.

- RFCs - официальный набор постоянно архивируемых документов (т. е., они никогда не удаляются, как только RFC издан они никогда не будут изменяться). Необходимо иметь в виду, что не все RFCs - стандарты. Вообще RFC - описание протоколов, процедур или сервисных услуг, отчета состояния, или резюме исследования. Большинство стандартных протоколов в Интернет основаны на RFCs.

В нескольких исключительных ситуациях они рассматриваются как общие документы и доступны интерактивно из различных депозитарий. Документ RFCs пронумерован, последовательно и номер никогда не меняется, вместо устаревших выпускают новые версии документов. Подробная информация относительно RFCs и протокола стандартов процессов Интернет может быть найдена в RFC 1310. В Интернет информация и список выпущенных стандартов размещены на сервере **http://stdsbbs.ieee.org**.

Отдел стандартизации информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) был сформирован в 1995 Европейскими Организациями Стандартизации, CEN, CENELEC и ETSI и некоторыми поставщиками стандартизованного оборудования в области НИТ. Целью организации отдела явилось требование создания последовательной обоснованной программы стандартизации с учетом стремительного развития новых информационных технологий. Такие

стандарты - определяющая предпосылка для создания информационного общества - без них, соответствующая интеграция общества, способность к взаимодействию систем и услуг не будут возможны в будущем.

Отдел получил доклад о состоянии в этой области от промышленной группы стратегии высоких технологий (HLSG). Он был сформирован в июле 1997, чтобы готовить стратегические требования промышленности к ICT -стандартизации. HLSG начал работу с тремя инициативами: электронная торговля, интероперабельность широкополосных сетей и городские информационные скоростные коммуникации. Секретариат отдела стандартизации НИТ проводит работы совместно с другими Европейскими организациями стандартизации. В Интернет информация и список выпущенных отделом стандартов размещены на сервере: **http://www.ict.etsi.fr**.

IEEE (ИИЭР) и отдел стандартов (см. выше) несут ответственность за стандарты в областях электрической техники, электроники, радио, и связанных ответвлений техники, искусства и науки. Они обязаны поощрять, координировать, и контролировать участие IEEE и сотрудничество с другими организациями (включая правительственные органы) в вопросах относительно стандартов. В области информационных технологий IEEE является двигателем для стандартизации LAN, в частности 802 серия его рекомендаций включены в стандарты ISO как ISO - 8802 серия.

Помимо рассмотренных, ряд других органов обеспечивают значительные содействия стандартизации в области информационных технологий. Эти органы действуют как форумы для специфических технологий, типа АТМ Форума для специфических категорий ICT. Учет международных стандартов способствует не только эффективному обмену информацией между информационными системами, но главное обеспечивает качество информационных продуктов, способствует увеличению жизненного цикла производства продукции, повышает мобильность информационных систем и технологий.

Все работы в области новых информационных технологий должны проводиться с учетом международного опыта и в частности с учетом международных стандартов, особенно при отсутствии отечественных.

В недалекой практике при выполнении НИР в нашей стране проводились обязательные патентные исследования. По мнению авторов данной статьи для повышения качества работ в области новых информационных технологий при выполнении НИР необходимо проводить исследования по стандартизации качества разрабатываемого продукта с обязательным анализом зарубежного опыта.

Специфика стандартизации информационных моделей и процессов.

Стандартизация в области информатизации, в частности в области информационных технологий и систем (ИС), имеет ряд существенных особенностей, отличающих ее от стандартизации в других областях, например в области машиностроения. Стандартизация в области информационных систем, включает, помимо традиционных методов оформления и подготовки стандартов, специальные вопросы, имеющее отношение к информационным технологиям и системам. Обмен данных в телекоммуникационных технологиях осуществляется с применением моделей данных. По этой причине информационные модели служат одним из факторов стандартизации при создании программных средств и информационных продуктов.

Стандартизация решает несколько задач, в частности, общая задача повышения

эффективности внедрения новых проектов, включая инновационные [26]. Специфическая задача, которую решает стандартизация в области ИТ – это непрерывный переход между тремя качествами информационной разработки «идеальное» → «формальное» → «материальное» [26]. Только информационные технологии создают возможность такого перехода и это повышает ценность стандартизации в этой области.

Стандарты качества продукции и качества информации входят в круг вопросов стандартизации информационных продуктов. В тесной взаимосвязи с качеством информационных средств и продуктов находится надежность. Стандартизация информационных программных средств (ИПС) требует обеспечения надежности. Для этого необходимо использовать разнообразные методы оценки надежности программной продукции, чему посвящена деятельность объединенного технического подкомитета стандартизации JTC 1 / SC 7 ISO, серия P-ITU-T.

Одним из принципов стандартизации всех без исключения видов продукции является системность. Она определяет стандарт как *элемент* системы и приводит к созданию систем стандартов, связанных между собой внутренней сущностью и концепцией объектов стандартизации. Стандартизация современных информационных средств требует системного подхода. Это достигается с применением методов системного анализа основанного на общей теории систем (ОТС) (подкомитет JTC 1 / SC 7 ISO).

Системность привела к понятию профиля в области стандартизации [27]. Профилем называют совокупность согласованных (гармонизированных) стандартов, выполняющих какую либо общую функцию. Например, профиль информационной безопасности - совокупность стандартов, обеспечивающих информационную безопасность в каком-то определенном направлении.

Стандартизация разработки информационных средств, в отличие от стандартизации многих других видов продукции, требует лингвистического обеспечения и формального описания неких правил (синтаксиса), которым данное информационное средство должно подчиняться.

Построение программ и их структур может осуществляться разными путями. При этом возникает проблема сопоставимости и возможности обмена данными между программами, разработанными прежде или по другим стандартам. Для этой цели используют конвертеры и адаптеры (шлюзы). Поэтому стандартизация разработки современных информационных средств требует учета и анализа всех основных подходов проектирования информационных и программных средств: модульного [28], объектно-ориентированного [29], структурного [30], визуального [31] и др.

Особенностью разработки программных средств и информационных продуктов является их ориентация на группы конкретных пользователей. Это выражается в разработке специализированных информационных инфраструктур [32]. Поэтому стандартизация разработки информационных средств, особенно на современном этапе требует создания удобного интерфейса пользователя. Главная задача интерфейса пользователя - обеспечение широкого сервиса при максимальной прозрачности информационного средства.

Стандартизация требует тестирования и контроля информационных средств. В частности, при тестировании должны быть оценены основные модели типов воздействий на информационный объект со стороны программного обеспечения (П), техники (Т), информации (И) и человека (Ч). В соответствии с этим при тестировании ИПС должны быть оценены соответствующие отказы и рассмотрены такие аспекты как: программный; аппаратный;

информационный; эргатический.

Стандартизованная система качества. Система качества предназначена для обеспечения качества, контроля за его соблюдением и повышением качества [33]. Жизненный цикл продукции составляет основу системы качества. Согласно данной модели система качества должна охватывать все стадии жизненного цикла продукции. Это определяет требования к основным этапам жизненного цикла продукции (петли качества [34]), связанные с качеством продукции. Наиболее ответственные этапы в петле качества за обеспечение качества это: маркетинг, проектирование, тестирование и контроль. Кроме того большое значение имеет документационное обеспечение системы качества. Контроль системы качества включает два направления. Контроль организации работ и контроль (тестирование) самой продукции. Контроль может быть внутренним и внешним.

Контроль организации работ включать проверку: организационной структуры; административных и рабочих процедур; людских и материальных ресурсов, оборудования; рабочих участков, операций и процессов; документации, отчетов, ведения данных.

Контроль (тестирование) самой продукции включает проверку: производимой продукции (с целью определения степени соответствия стандартам и техническим требованиям); технологических операций и процессов с применением продукции; соответствие достигаемых практических результатов при использовании продукции и рекламируемых.

Результаты проведенной проверки, заключения и рекомендации предоставляются в форме документов для рассмотрения на соответствующем уровне. На основе результатов проверки осуществляется анализ и оценка системы качества, которая включает:

- 1) результаты проверки различных элементов системы качества;
- 2) оценку эффективности системы качества по достижению цели, поставленные в области качества;
- 3) предложения по поддержанию в рабочем состоянии системы качества в соответствии с изменениями, вызванными новыми технологиями, концепциями качества, рыночной стратегией, социальными или окружающими условиями и производственной среды. Анализ и оценка, включающие полученные результаты, выводы и рекомендации, служат основой для принятия решений.

Заключение.

Стандартизация в области ИТ основной целью имеет повышение качества информационного обмена и обслуживания, повышение качества продукции, повышение качества управленческих решений.

Сертификация и стандартизация информационных моделей и процессов помогают создавать качественную продукцию и являются обязательными элементами в системе обеспечения качества информационных систем, информационных моделей, информационных процессов и информационных единиц. Уровень качества информационных систем оценивается двумя путями [35]. Первый путь состоит в прямой оценке на основе нормативных документов и характеристик по качеству и стандартизации. Первоначально осуществляется фиксация характеристик информационного продукта. Проводится проверка информационного соответствия [36] характеристик качества ИС с характеристиками нормативных документов, среди которых стандарты являются важнейшими. Степень или мера соответствия фактических

значений нормативным значениям дает основание говорить о наличии качества или его отсутствии, или оценивать сорт качества.

Второй путь состоит в сравнительной оценке качества ИС с другими ИС. Он может быть интегральным или детальным. В этом подходе применяют сравнительные методы: теорию предпочтений [37], метод анализа иерархий [38] и другие. При интегральной оценке проводят экспертное оценивание ИС. При детальной оценке сравнивают характеристики разных ИС в единой системе. Если есть эталонные характеристики, то все характеристики, превосходящие эталонные называют качественными. Основой стандартизации, в том числе и неформальной, является системный подход и системный анализ. Существует определенный разрыв в области стандартизации информационных технологий. В области сетевых процессов стандартизация осуществляется на высоком уровне. Для обмена информации и информационного взаимодействия применяют стандартизованные протоколы обмена информации. В области информационного моделирования и конструирования такого уровня стандартизации пока не достигнуто. Это позволяет говорить о новых задачах по стандартизации в этом направлении.

Список литературы.

1. Розенберг И.Н. Вопросы стандартизации в сфере ИТС // Славянский форум. - 2012. – 2 (2). - с.218-223.
2. Геоинформатика/ А.Д. Иванников, В.П., Кулагин, А.Н. Тихонов, В.Я. Цветков. М.: МАКС Пресс, 2001.- 349 с.
3. Цветков В.Я. Особенности развития информационных стандартов в области новых информационных технологий // Информационные технологии. - 1998 - №8. - с2-7.
4. Матчин В. Т. Стандартизация при создании баз геоданных // Славянский форум, 2015. - 4(10) – с.209-216
5. Цветков В.Я. Стандартизация информационных программных средств и программных продуктов. - М.: МГУГиК, 2000 - 116с.
6. Докукин П. А. Графические информационные единицы// Перспективы науки и образования. - 2015. -№3. - с.32-39.
7. Ожерельева Т.А. Логические информационные единицы // Славянский форум, 2015. - 2(8) - с.240-249
8. Павлов А. И. Информационные модели и информационные единицы // Перспективы науки и образования. - 2015. - №6. - с.12-17.
9. Tsvetkov V. Ya. Information Units as the Elements of Complex Models // Nanotechnology Research and Practice, 2014, Vol.(1), № 1, p57-64
10. Цветков В.Я. Информационные модели объектов, процессов и ситуаций// Дистанционное и виртуальное обучение- 2014. - №5. - с.4- 11.
11. Лотоцкий В.Л. Информационная ситуация и информационная конструкция // Славянский форум. - 2017. -2(16). – с.39-44
12. Шайтура С.В. Информационная ситуация в геоинформатике// Образовательные ресурсы и технологии. – 2016. - №5 (17). – с.103-108
13. Ожерельева Т.А. Дескриптивные модели // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2016. - №5. (часть 4) – с.675-675
14. Tsvetkov V. Ya. Information Constructions // European Journal of Technology and Design. - 2014, Vol (5), № 3. - p.147-152.

15. Зайцева О.В. Игровое инкрементное обучение // Славянский форум, 2016. -3(13). – с.105-111.
16. Бахарева Н.А. Виртуальность и реальность в геодезическом образовании // Славянский форум. -2015. - 1(7) - с.24-29
17. V. Ya. Tsvetkov. Virtual Modeling // European Journal of Technology and Design, 2016, Vol.(11), Is. 1, pp. 35-44. DOI: 10.13187/ejtd.2016.11.35 www.ejournal4.com
18. Тиханычев О.В. Технологии «дополненной реальности» как элемент систем поддержки принятия решений // Информатизация и связь. – 2017. - №2. – с.63-69
19. Раев В.К. Дихотомический метод уменьшения информационной неопределенности // Перспективы науки и образования. - 2017. - №2(26). - с.7-11
20. V. Ya. Tsvetkov. Information Relations // Modeling of Artificial Intelligence, 2015, Vol.(8), Is. 4. – p.252-260. DOI: 10.13187/mai.2015.8.252 www.ejournal11.com
21. Бахарева Н.А. Пространственные отношения в экологических исследованиях // Перспективы науки и образования. - 2016. - №3. - с.16-19
22. Левин Б.А., Мамаев Э.А., Багинова В.В. О концепции построения моделей производственно-транспортных систем// Наука и техника транспорта. 2003. № 4. С. 8-17
23. Кудж С.А. Тринитарные информационные единицы // Славянский форум, 2016. -4(14). – с.137-143.
24. Мендель А. В. Модели принятия решений -М.: Юнити-Дана. 2010.
25. Романов И.А. Принципы оценки эффективности инновационных проектов в сфере транспорта // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 5 – С. 135-136.
26. V. Ya. Tsvetkov. Conceptual Model of the Innovative Projects Efficiency Estimation // European Journal of Economic Studies, 2012, Vol.(1), №1. - p45-50/
27. Старых В. А., Башмаков А. И. Профиль стандартов и спецификаций информационно-образовательных сред. Общая структура и принципы построения. Версия. Т.1 – 2007.
28. Морозов Д. Н. и др. Моделирование задач фильтрации на гибридных вычислительных системах //Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2012. – Т. 131. – №. 6.
29. Пруцков А. В., Цыбулько Д. М. Проблемно-ориентированное объектное программирование //Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2013. – №. 45. – С. 57.
30. Дал У., Дейкстра Э., Хоор К. Структурное программирование. – М.: Мир,1975.
31. Shu N. C. Visual programming. – New York : Van Nostrand Reinhold, 1988.
32. Розенберг И.Н., Цветков В.Я. Инфраструктуры информационной среды: Монография. – М.: МАКС Пресс, 2017. – 76 с.
33. Цветков В.Я. Эволюция управления качеством. / Образовательные ресурсы и технологии. – 2017. - №1 (18). – с.64-71
34. <http://www.capitalpost.ru/pjetlja-kachjestva/> дата доступа 28.04.2017.
35. Цветков В.Я., Оболяева Н.М. Два подхода к оценке качества образования // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2013. - №1.- с.5- 11
36. Цветков В.Я. Информационное соответствие // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2016. - №1 (часть 3) – с.454-455.
37. Кужелев П.Д. Применение методов предпочтений для поддержки принятия решений в прикладной геоинформатике // Образовательные ресурсы и технологии. – 2016. - 3 (15). – с.95-104. DOI: 10.21777/2312-5500-2016-3-95-104.
38. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. - М.: Радио и связь. – 1993. – 298с.

УДК 004:656.2 (075.8)

ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ТРАНСПОРТОМ

Охотников А.Л.Заместитель руководителя, Центр стратегического анализа и развития
ОАО НИИАС, E-mail: a.ohotnikov@vniias.ru, Москва, Россия**Аннотация.**

Статья анализирует применение информационных моделей при управлении транспортом. Дается краткая систематика информационных моделей в этой области. Отмечено многообразие информационных моделей объектов, процессов и ситуаций, которое является естественным препятствием создания единой теории моделей. Раскрыто содержание информационной конструкции как концептуализации разных моделей. Раскрыто содержание информационных отношений как специфической формы моделей, отражающих качественные переходы между другими моделями. Анализируется модель информационной ситуации как основа управления объектами в реальной ситуации. Описаны информационные единицы как элементы построения моделей.

Ключевые слова:

информация, транспорт, моделирование, модели, информационные модели, информационные отношения, информационные единицы, информационные конструкции.

INFORMATION MODELS FOR TRANSPORT MANAGEMENT

Okhotnikov A.L.deputy head of Center, JSC "NIIAS",
E-mail: a.ohotnikov@vniias.ru, Moscow, Russia**Annotation.**

The article analyzes the application of information models in the management of transport. Paper offers a brief systematics of information models in the field of transport. Paper fixes a variety of information models of objects, processes and situations, which is a natural obstacle to the creation of a unified theory of models. The article reveals the content of the information structure as a conceptualization of different models. The article reveals the content of information relations as a specific form of models reflecting qualitative transitions between other models. The article analyzes the information situation model as the basis for managing objects in a real situation. Paper describes information units as elements of building models.

Keywords:

Information, transport, modeling, models, information models, information relations, information units, information structures.

Введение.

Модель в информационной области представляет собой упрощенное описание объекта моделирования, выраженное в информационных терминах. Отношение между моделью и объектом моделирования зависит от совокупности признаков, которые сохраняются при моделировании. Модель не существует как независимая самостоятельная сущность [1, 2], она всегда выступает во взаимосвязи с некоторым объектом моделирования, который она представляет в процессе его изучения или проектирования.

Модель отражает не все, а только существенные свойства объекта, причем "существенность" определяется целью исследования объекта; и в этом есть определенная неоднозначность, так

как один эксперт может выделить одни существенные признаки, а другой дополнит их другими и исключит при этом уже выделенные. Модель имеет некую сущность, также как и объект, и мы можем говорить о связанных сущностях объекта и модели [2, 3]. Для одного объекта можно построить много различных моделей, как изоморфных между собой, так и не изоморфных [4].

Ни одна модель не может выразить всех свойств и отношений моделируемого фрагмента действительности. Всякая модель характеризует действительность лишь приближенно. Степень этого приближения зависит от вида моделей, от используемых в нем теоретических и технических средств [3, 5, 6].

Совокупность моделей, описывающих объект, систему, явление или класс объектов образует систему моделирования. Иногда такую систему называют формальной, если существует общий (формальный) механизм описания моделей и их сопоставления. Если все модели какой-либо формальной системы изоморфны, то говорят, что лежащая в ее основе система аксиом категорична; в противном случае система называется неполной [4]. В основе многих моделей, включая информационные, лежат математические модели. Математические модели обычно обладают важным свойством *универсальности*: принципиально разные реальные явления могут описываться одной и той же математической моделью [4]. При всём разнообразии трактовок модели их объединяет представление о модели, прежде всего как инструмента познания, что дает возможность говорить о модели как о важнейшей философской категории.

Систематика моделей при управлении транспортом.

В область управления транспортом используют различные модели [7, 8]. Примерная их систематика приведена на рис.1. Она включает не только модели, но и их составляющие. Систематика выполнена в виде E-дерева и показаны только два класса уровней с возможностью увеличения числа уровней классов и объектов в классе. Модель E-дерева дает возможность показывать иерархию классов и иерархию объектов внутри класса.

В главном классе верхним уровнем моделей является информационная конструкция как концептуализация описания модели объекта, процесса, правила. В ней выделяют два качества: структурное описание и формальное описание.

Информационная ситуация [9] является сложной моделью, описывающей не один объект, а совокупность связанных объектов и микросреду в которой они находятся. Для информационной ситуации появляется производная модель – модель информационной позиции объекта в данной ситуации.

Информационная модель объекта транспорта делится на два вида: подвижный и неподвижный. Для подвижных объектов выбирают свои технологии управления, включая интеллектуальные технологии.

Информационная модель может быть построена для системы и выделяется в виде модели закрытой [10] и открытой [11] системы. Информационные модели процессов имеют много разновидностей. На рис.1 выделены стохастические и детерминированные процессы.

Интегрированная информационная модель является основой обработки информации и управления в интегрированных информационных системах. В области геоинформатики, которая широко применяется на транспорте, эта модель имеет яркого представителя – геоданные.

Транспорт существует в реальном пространстве, поэтому важными для решения транспортных задач являются пространственные модели [12]. На рис.1 выделены две их важные

группы: топологические и цифровые модели.

Одним из важных факторов информационного моделирования являются информационные отношения. Применительно к реальному пространству они трансформируются в пространственные отношения.

Модели виртуальной реальности основаны на визуальном моделировании. В силу этого они также делятся на категории: 2D, 2,5D, 3D. Модели 2D являются плоскими и чаще всего используются при изучении схем и тестирования. Модели 2,5D являются квазиобъемными и используются при относительно простой пространственной ситуации. Модели 3D являются объемными и используются при моделировании реальности в обучении или при учете множества реальных факторов, например, в тренажерных системах подвижных объектов.

Мультимедийные модели [13] используют при обучении и получении знаний. Информационные единицы [14] образуют алфавит языка информатики и составляют разные тематические группы. Пока нет единой теории информационных единиц в силу того, что информационные технологии разнообразны и каждая информационная технология применяет свои информационные единицы. Рассмотрим более подробно некоторые из элементов схемы на рис.1.

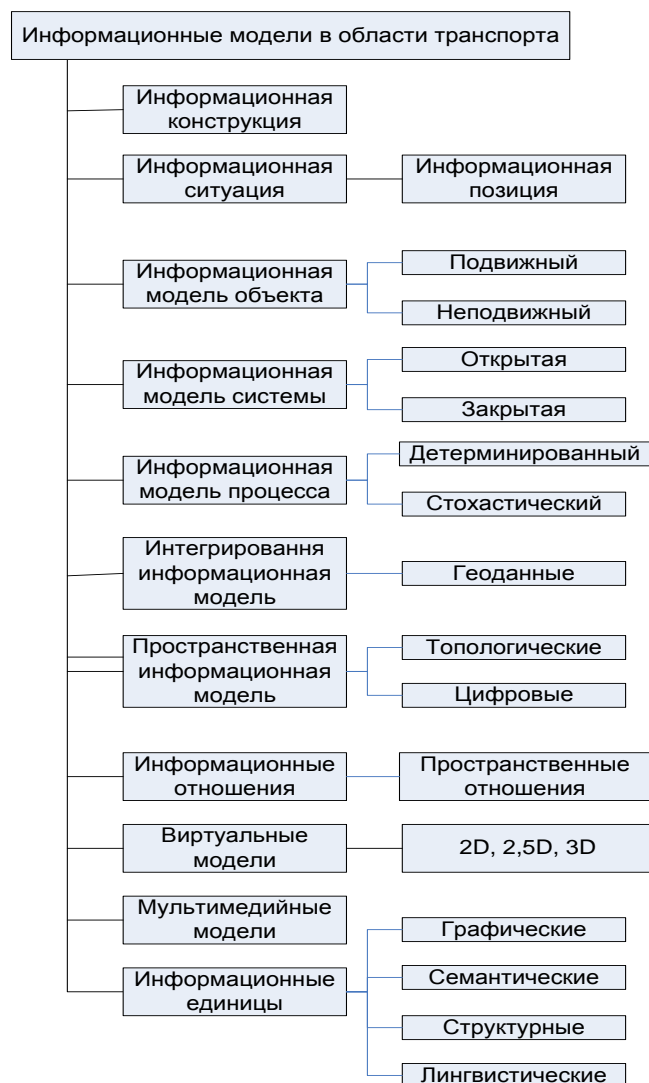


Рис.1. Примерная систематика моделей.

Информационная конструкция как концептуализация.

Информационная конструкция (ИК) как концептуализация и модель многообразия подробно рассмотрена в [15]. Она показана на рис.2. и включает следующие описания: свойств, процессов, структур, семантики. Информационная конструкция имеет свой язык построения, который основан на применении информационных единиц (ИЕ) [14, 16].

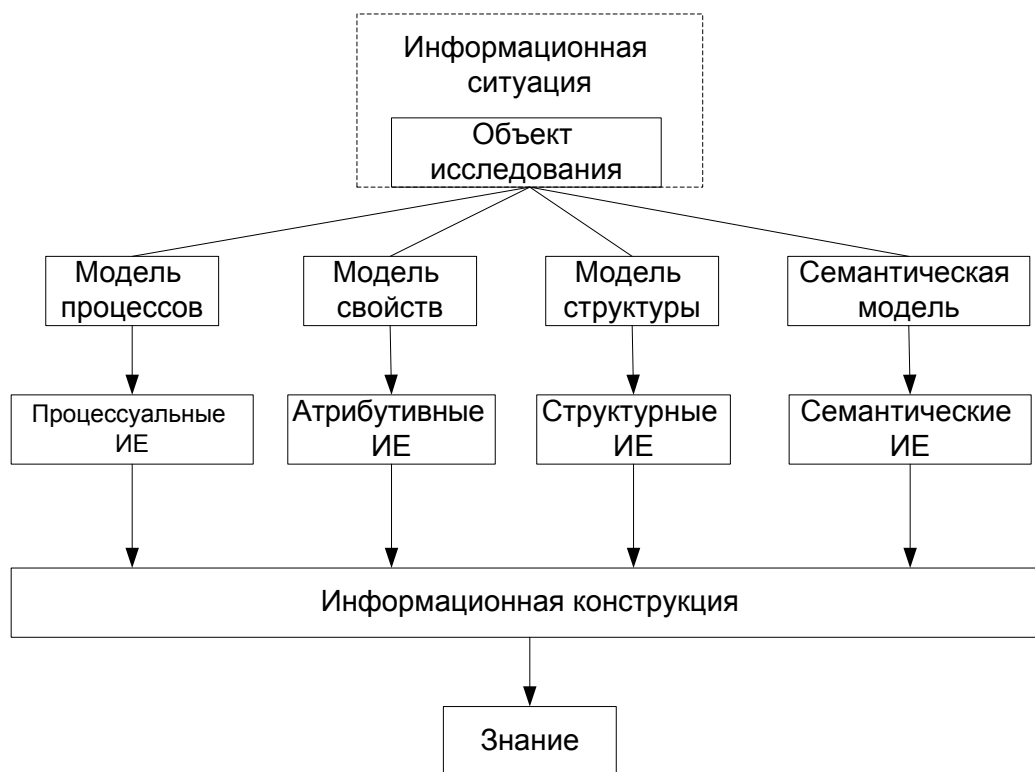


Рис.2. Структура информационной конструкции.

Одно из основных назначений информационной конструкции – обобщенное описание объекта моделирования. Другое назначение информационной конструкции – обобщенное описание прикладных моделей.

В работах [17, 18] информационные конструкции рассматриваются применительно к информационным взаимодействиям в информационном поле. Расширим это понятие в области информационных технологий.

С позиций моделирования информационная конструкция является обобщением моделей объектов, входящих в ее состав. Она также служит основой классификации образовательных моделей, которые она объединяет.

Схема информационной конструкции показывает наличие структуры и составляющих этой структуры. В качестве составляющих могут быть: сцены, сценарии, технологии, информационные модели, информационные ситуации, информационные единицы и разнородные совокупности всего перечисленного. Информационные конструкции могут быть четкими и нечеткими.

Представленная схема на рис.2 не является исчерпывающей. В нее не включены тестирующие модели. Расположение объектов соответствует их иерархии или вложенности объектов нижних уровней в объекты верхних уровней. На нижнем уровне находится неделимая с позиций системного подхода информационная единица [14, 16].

В схеме отражена дескриптивная информационная образовательная модель. Но дескриптивная (описательная) модель всегда подразумевает альтернативную прескриптивную (предписывающую) информационную модель [15]. Дескриптивная модель играет роль описания: модуля, программы, системы. Прескриптивная модель выполняет функции инструкции. На основе описания (дескриптивной модели) она дает указание как что выполнять, где что нажимать. В схеме в скрытой форме присутствует интерактивная модель информационного взаимодействия [19]. Информационная конструкция может быть обучающей и тестирующей.

Рассматривая две системы объектов A и B , имеющие наборы образов на разных уровнях абстракции. Мы будем называть B информационной конструкцией A , если A и B изоморфны между собой.

Информационную конструкцию ИК (отражение) объекта O (оригинала) можно рассматривать как очередной объект, и упрощая ее, строить модель более высокого уровня абстракции – информационную конструкцию $ИК_1$ и так далее. В общем случае, процесс построения моделей можно записать как (1):

$$O \rightarrow ИК \rightarrow ИК_1 \rightarrow ИК_2 \rightarrow \dots \rightarrow ИК_n \quad (1)$$

Здесь стрелка \rightarrow обозначение отношения «есть обобщение». Это отношение допускает гомоморфизм. Согласно этому определению отношение «есть модель» обладает свойствами. При гомоморфизме выражение (1) *транзитивно* и *антисимметрично* (модель и «оригинал» не равноправны), порождает тем самым иерархию моделей (начиная с «оригинала») по понижающейся степени сложности. Это дает основание рассматривать разные абстракции как модели. Сложная система как абстракция реальной системы может рассматриваться как модель, но на практике разграничивают понятия системы и модели.

Рассматривая отношение ИК и объекта, а также форму реализации самой ИК, можно определить следующие обобщенные требования к ИК, дополнительно к отмеченным выше. ИК может служить основой интерпретации объекта исследований и сама должна быть интерпретируемой [20]. ИК должна не только давать описание объекта моделирования (статический аспект), но и давать возможность исследования его в динамике (динамический аспект) т.е. создавать возможность моделирования. ИК можно рассматривать как представление объекта исследований. ИК как звено в цепочке абстрактных объектов можно рассматривать как следование. ИК изоморфна к модели, но голоморфна оригиналу.

Методология построения ИК выступает в форме описаний и предписаний, в которых фиксируются содержание свойств или требований к модели и последовательность определённых видов построения моделей. Рассмотрим следующие свойства модели - интерпретируемость, структурность, отражение, следование, представление.

Интерпретируемость Интерпретация [от лат. interpretatio - толкование, объяснение] [2] - совокупность значений, придаваемых тем или иным способом элементам какой либо теории или понятия. Понятие интерпретации имеет важное значение при сопоставлении научных теорий с отраженной в них реальностью, при описании разных способов построения теории и при характеристике изменения соотношения между ними в ходе развития познания. Интерпретируемость может быть как соответствие представления объекту. По мере возрастания уровня абстракции моделей ее интерпретируемость, становится все менее очевидной. Однако

при этом возрастает переносимость применения данной модели.

Структурность. Структура - главное свойство ИК, определяющее устойчивое единство ее элементов, их отношений и связей; инвариантный аспект ИК. Структура означает наличие компонентов и элементов ИК [15, 17]. Структурность связывает ИК со сложной системой. Различие в свойстве целостности. Сложная система должна обладать свойством целостности, информационная конструкция может обладать им а может и не обладать, как фрагмент сложной системы.

Информационная конструкция как отображение. Отображение - всеобщее свойство материальных объектов, которое состоит в отображении соответствия исходного объекта (оригинал) с другим объектом отображения (отображение, модель, конструкция). Эта специфическая процедура определяет разную степень информационного соответствия между объектами и может осуществляться многократно. Объект отображение может быть оригиналом для другого объекта отображения и т.д. Основными компонентами отображения являются:

- 1) способы формального описания;
- 2) способы семантического описания содержания оригинала и модели;
- 3) способы преобразования информации об оригинале в информацию объекта отражения;
- 4) набор методов построения модели;
- 5) набор логико-математических методов верификации модели;
- 6) набор эвристических или иных методов оценки существенности признаков или информационного соответствия между моделью и оригиналом.

Следует констатировать, что одна сущность может быть отображена в разных формах. Во всяком отображении необходимо выделить две важные стороны - отображение содержания или существенных признаков и отображение формы или формальных видимых признаков.

Для понимания отображения важен также принцип извлечения и интеграции информации [21], выражающий тот факт, что содержание отображения выступает как информация об источнике-объекте, как представление, извлекаемое из объекта отражения. Необходимо выделить еще одну характеристику отображения - вид соответствия или сходства между отображением и оригиналом. В информационном моделировании это называется информационным соответствием. Информационное соответствие [22] – свойство информационных моделей, задающее эквивалентность, изоморфизм или иное сходство с оригиналом по выбранным признакам.

Если оригинал имеет формальную структуру, то с формальной стороны отображение можно рассматривать как преобразование одной структуры в другую. Если оригинал имеет семантическую структуру, то отображение можно рассматривать как преобразование с сохранением топологической структуры информационного поля. Характеристикой модели является предметность или связь с определенной предметной областью. Характеристикой содержания отображения является ценность информации. Этот аспект отображения называют прагматическим

Информационная конструкция как представление. Любое представление формируется на основе понимания функции, значения представляемого предмета или явления. В основе представления лежит чувственно-образная модель, соединяющая в себе чувственно - непосредственный и абстрактно-всеобщий моменты индивида, знания. Такая модель является посредником между непосредственно- индивидуальным восприятием объектов действительности и их понятийной сущностью. Осуществляемое в научном познании

"наглядное" моделирование чувственно не воспринимаемых объектов и процессов также является формой, в которой понятная сущность представляется нам. Таким образом, представление связано с чувственным восприятием субъекта и должно быть ориентировано на него.

Информационная конструкция как следование. Следование - отношение между суждениями, играющее центральную роль в дедуктивной логике [23]. Следование принадлежит к числу фундаментальных, исходных понятий логики. Чрезмерные претензии на "строгую" его дефиницию приводят к кругу в определении. Понятие следование можно охарактеризовать, с одной стороны, в содержательных, интуитивных терминах, а с другой - "операционально", указанием связи его с другими логическими понятиями.

Возможность моделирования основана на том, что информационная конструкция должна на любом уровне абстракции отображать какие-либо черты оригинала. Такое отображение, или связанная с ним идея подобия, возможно лишь при наличии гомоморфизма между объектом и создаваемой ИК.

В настоящее время широко применяют следующие способы и методы построения ИК: аналогии, формализации, математического моделирования, подобия, редукции. Метод аналогии состоит в том, что построение информационной конструкции строится на основе *раскрытия внутреннего единства модели и объекта* моделирования, раскрытия общности в их законах. Этот метод широко применяется в кибернетике.

Метод формализации состоит в том, что построение информационной конструкции строится на основе обобщения форм различных по своему содержанию моделей и процессов, с целью выработки общих приемов оперирования с ней. Этим методом широко пользуются математическая логика, кибернетика и некоторые другие направления.

Метод математического моделирования состоит в том, что является конкретизацией предыдущего метода, распространенного на изучение и обобщение количественной стороны, общих связей и структуры изучаемых предметов и процессов; сюда же относятся, в частности, методы статистики и теории вероятности, а также связанные с применением информационно-вычислительных систем.

Метод подобия состоит в том, что в ИК моделируется сущность объекта моделирования путем искусственного перевоплощения ее в образ вещественной или абстрактной информационной конструкции. Метод редукции состоит в упрощении характеристик или описаний оригинала.

Для осуществления успешного моделирования в информационных технологиях ИК должна содержать следующие основные свойства:

- целенаправленность - информационная конструкция всегда имеет цель;
- конечность - информационная конструкция отображает оригинал в конечном числе его характеристик;
- упрощенность - информационная конструкция отображает некоторые стороны объекта и она должна быть проста для исследования или воспроизведения;
- наглядность, обозримость основных ее свойств и отношений;
- технологичность для исследования или воспроизведения;
- информативность - информационная конструкция должна содержать достаточную информацию об объекте исследования и должна давать возможность получить новую информацию;

- устойчивость - информационная конструкция должна описывать и обеспечивать устойчивое поведение системы, если даже она вначале является неустойчивой;
- адаптивность - информационная конструкция может быть приспособлена к различным входным параметрам, воздействиям окружения;
- эволюционируемость – информационная конструкция должна иметь возможность развития моделей объектов.

Информационная ситуация.

Информационная ситуация играет большую роль в управлении транспортом, так как реальное управление происходит всегда в некоторой локальной информационной ситуации.

Информационная ситуация может быть рассмотрена в большом и малом. «В большом» информационная ситуация определяет макросреду, «в малом» определяет микросреду [9, 24, 25]. Информационная ситуация, как описание характеризует информационный объект (ИО) и окружающую его микросреду (ОМКС) следующими описательными характеристиками:

состоянием ОМКС и ИО;

- тенденцией изменения состояний ОМКС и ИО;
- степенью информационного соответствия между элементами ИО, а также между ИО и ОМКС;
- состоянием процессов информационного взаимодействия;
- содержанием и состоянием информационных ресурсов.

Информационная ситуация как модель характеризуется набором параметров и состояний. Информационная ситуация как информационная модель характеризуется следующими признаками:

- информационной позицией ИО;
- информационным взаимодействием;
- информационной неопределенностью;
- степенью информационного соответствия;
- информационной асимметрией;
- информационным преимуществом;
- информационной диссипацией или диссипативной характеристикой микросреды и макросреды.

Информационная позиция определяется на основе сравнения объекта с аналогами в данной ситуации [26]. В соответствии с таким разделением информационная позиция может определяться как внутренняя и внешняя. При введении характеристики «конкуренция», возникает потребность в понятии информационное преимущество. Информационное преимущество определяется исходя из сопоставления информационных возможностей управляющей системы с конкурирующими системами. То есть оно оценивается по внешней информационной позиции.

В основу оценки внутренней информационной позиции, используют интегральные показатели «полнота информационных ресурсов» и «объем информационных ресурсов». На практике каждому информационному агенту доступен ограниченный набор информации. В сравнении с разными условиями задач это может создавать неопределенность информации, что является объективным фактором информационного поля. При этом разделяют

информационную нечеткость и неопределенность.

Информационная нечеткость – это ситуация, при которой имеющаяся в распоряжении пользователя информация не может быть корректно интерпретирована или использована из-за ее неполноты или избыточности, нецелостности, противоречивости, неточности, несоответствия имеющимся правилам интерпретации или отсутствия смысловых различительных критериев. Нечеткая информация может быть непротиворечивой и противоречивой, неполной или избыточной.

Информация должна соответствовать определенным требованиям, определяющим ее качество. Отсюда, информация, отвечающая требованиям качества, может определяться как четкая. Если информация не соответствует требованиям качества, можно говорить, что она некачественная или нечеткая. Формально с помощью такой информации задача может быть решена. Но из-за недостаточной организации, классификации, систематизации, структуризации и пр. использовать ее для решения поставленной задачи нельзя или можно использовать с меньшей эффективностью. То есть проблема четкости решается на основе анализа, систематизации уже имеющейся информации без потребности в дополнительной информации.

Информационная неопределенность – это ситуация, при которой имеющаяся информация принципиально не позволяет решить задачу из-за неполноты или несоответствия условиям задачи [27, 28]. Проблема неопределенности решается на основе получения дополнительной информации с последующим ее анализом и систематизацией.

Информационная нечеткость и неопределенность может быть следствием неопределенности внешней среды, например, естественного информационного поля или искусственного информационного поля. Неопределенность искусственного информационного поля – это неустранимое качество, связанное с тем, что на получение информации оказывает свое одновременное воздействие значительное число факторов различной природы и направленности, не подлежащих совокупной оценке.

При переходе от рассмотрения одного информационного объекта к взаимодействующим объектам или взаимодействию ИО и среды приходим к понятию информационной асимметрии [29, 30].

Информационная асимметрия - ситуация, когда один информационный агент располагает необходимой информацией (информационными ресурсами), а другой, взаимодействующий с ним, не владеет такой информацией или обладает менее качественной.

Природа информационной асимметрии обусловлена теми же причинами, что нечеткость и неопределенность информации, но дополняется факторами неопределенности информационного поля. Эти факторы обусловлены разной степенью информированности, различным уровнем квалификации и различными возможностями информационных агентов. Причины нечеткости можно свести к следующим:

- неустранимые, в силу характера непредсказуемого процесса;
- недостаток информации;
- экспертная деятельность;
- несовершенство технологий;
- несовершенство методов;
- человеческий фактор;
- инструментальный фактор;
- нехватка ресурсов.

Уменьшение «нечеткости» и асимметрии может сводиться к устранению причин, их порождающих. Понятие нечеткости является условным, поскольку оно зависит от задач, вида применяемых методов и от выбора смысловозначительных критериев. По мере появления новых методов обработки, информацию, отнесенную к нечеткой, можно переводить в класс четкой.

Информационная диссипация, информационная диффузия заключается в рассеивании и ослаблении информационного потока [31]. Они приводят к торможению информационных взаимодействий, появлению асинхронности при передаче информации и ослаблению информационного воздействия. Она разделяется на внутреннюю и внешнюю.

Внутренняя информационная диссипация появляется тогда, когда между элементами управляющей системы отсутствует информационное соответствие или имеет место асинхронность информационных взаимодействий. Это приводит к тому, что процесс информационного взаимодействия между такими элементами не является адекватным. Внешняя информационная диссипация (диффузия) обусловлена факторами внешней среды, противодействием объектов-конкурентов и несогласованными действиями объектов-партнеров.

Информационные отношения.

Информационные отношения [32, 33] могут быть рассмотрены как специфический вид информационных моделей, задающих отношения между моделями, в первую очередь разных качеств.

Известны три категории информационных моделей: описательные, ресурсные и интеллектуальные. Качественный переход от одной категории модели к другой может быть признаком синергетического эффекта. Возможность перехода определяется наличием информационных отношений. Переход от одной модели к другой при наличии информационных отношений создает возможность изменения качества.

Категория знание по отношению к категории информации характеризуется синергетическим скачком. Истинное знание (эпистеме) по отношению к правдоподобному знанию (докса) также характеризуется синергетическим скачком.

Анализ информационных отношений в аспекте перехода информационного объекта или модели из одного качества в другое связан с поиском синергетического эффекта. Если рассматривать ряд схем, то все они посвящены переходу информации в знания. Этот переход описывается с помощью моделей отношений. Простейшая модель отношений «данные – информация - знания» (2) или модель «ДИЗ» рассмотрена в [34].

$$D \rightarrow I \rightarrow K \quad (2)$$

В основании модели отношений находится уровень данных D (data - данные). Следующий уровень I (information - информация) и завершающий уровень – знания (K- Knowledge).

При сборе информации можно применить две модели информационных отношений.

В ряде работ западных авторов, выдвигается модель отношений (3) DIKW–модель (Data, Information, Knowledge, Wisdom – данные, информация, знания, мудрость) [35], в которой с одной стороны находятся информационные иерархические отношения понятий, с другой характеристики синергетических скачков.

$$D \rightarrow I \rightarrow K \rightarrow W \quad (3)$$

DIKW – модель представляет собой «информационную иерархию отношений качеств», в которой каждый уровень добавляет определенные свойства к предыдущему уровню. Она интерпретируется следующим образом. В ее основании находится уровень данных D (data – данные). Следующий уровень I (informatoin) – уровень информации добавляет контекст. Здесь следует сделать комментарий. Поскольку по существу речь идет не об информации, а об информационной модели (IM), то в современной трактовке DIKW – модель должна быть обозначена как DIMKW – модель. Но для сопоставимости будем использовать принятое обозначение. Следующий уровень K (knowledge – знание) добавляет «как» (инструмент использования). На самом деле добавляется значительно больше, но принципиальным является синергетический переход появления нового качества информационного объекта – знание. Здесь можно говорить о правдоподобном знании. Завершающий уровень W (wisdom – мудрость) – добавляет «когда» (условия использования) согласно. Видимо, речь идет о появлении нового качества знания – «истинного знания». Само понятие мудрость относительно.

DIKW–модель показывает отношения между информационными объектами отраженными разными понятиями и переходами между ними.

Более точным на наш взгляд будет модель: данные – информационная модель – правдоподобное знание (Plausible knowledge) – достоверное знание (True knowledge).

$$D \rightarrow IM \rightarrow PK \rightarrow TK \quad (4)$$

Три схемы отношений (2-4) можно рассматривать как информационные конструкции и на этом примере понять, как информационные конструкции способствуют переносу знаний и отражают концептуализацию моделей.

Виртуальные модели.

Виртуализация развивает тенденции виртуальной реальности в общественной жизни и способствует появлению новых технологий для управления в разных направлениях, включая транспорт. В качестве свойств виртуальной реальности (VR) выделяют следующие характеристики [35, 36]: нематериальность воздействия; условность параметров; свобода входа/выхода, обеспечивающая возможность прерывания и возобновления существования в «виртуальности». Современная виртуальная реальность, конструируемая мультимедийной техникой, является более динамичной и выходит за рамки форм реальной жизни. Мультимедийные потоки дали качественное развитие виртуальной реальности. Современная виртуальная реальность активизирует синергетические процессы [37].

Визуальная форма представления является основой виртуальных моделей, которые должны содержать ряд обязательных функций. В практических приложениях представление виртуальных моделей выполняет следующие функции: индикационные, знаковые, информационные, позиционные, топологические, конфигурационные и коммуникационные. Эти функции играют важную роль в процессах применения виртуального моделирования.

Индикационная функция виртуальных моделей заключается в дихотомическом указании свойства или явления. Индикационная функция является дихотомической и отвечает на

простые вопросы: «есть или нет?», «норма – отклонение от нормы», «достаточно – недостаточно» и так далее.

Знаковая функция виртуальных моделей заключается в указании того, что за объект отображается в данной визуальной модели. Знаковая функция является отражением "герменевтического" принципа. Применительно к анализу или обучению, данный принцип направлен на то, чтобы исследователь понимал смысл изучаемой визуальной модели («герменевтика» – это «разъясняю», «истолковываю»). Знаковая функция отвечает на качественные вопросы: Что за объект или процесс обозначается этим знаком? К какому классу отнести данный объект или процесс? Знаковая функция реализуется на основе специального языка и набора информационных единиц, отображающих ситуацию.

Информационная функция виртуальных моделей отвечает на вопрос, какую информацию содержит данная виртуальная модель? Она решает задачи распознавания образов и выявления содержательности.

Позиционная функция виртуальных моделей заключается в указании места виртуального или реального пространства, в котором проходит виртуальное действие.

Топологическая функция виртуальных моделей заключается в указании топологических отношений, в которых находится виртуальный объект по отношению к другим виртуальным объектам. Она отвечает на вопросы: Что пересекает и с чем соединяется данный виртуальный объект? С какими виртуальными объектами он связан или не связан?

Конфигурационная функция виртуальных моделей заключается в указании формы пространственного виртуального объекта и его пространственных характеристик: длина, площадь, объем.

Коммуникационная функция виртуальных моделей заключается в передаче информации пользователю о состоянии виртуальной информационной ситуации.

Сущность различных методов визуализации виртуального моделирования состоит в использовании визуальных форм отображаемой информации для создания статического и динамического виртуального пространства.

Пространственные аспекты виртуализации.

В сфере транспорта пространственные модели служат основой управления [38]. Пространственные аспекты виртуального моделирования возникают при работе с реальным пространством и реальными пространственными моделями. Они связаны не только с виртуальным моделированием, но и получением пространственного знания. Специфика пространственных аспектов виртуального моделирования включает: реальные пространственные отношения; геореференции; пространственные знания.

Пространственные отношения. Пространственные отношения являются одним из источников формирования пространственных виртуальных моделей. Пространственные отношения исследуются в области искусственного интеллекта [39] и в геоинформатике. Эта связь исследована в статье Энтони Гэлтона [40]. Его работа является рубежной, поскольку обобщает более чем 100 публикаций в этой области и вводит в рассмотрение дополнительно к «пространственному знанию» еще и «пространственно-временное знание». В геоинформатике пространственные отношения представлены в трех видах: в виде топологических отношений, в виде геореференций [41, 41], в виде пространственных иерархических отношений вида ISA, АКО.

Геореференция. Геореференция широко применяется за рубежом [40] как инструмент при организации поиска информации или при получении знаний. Формальное определение геореференции – соотнесение информации об объектах на земной поверхности, в околоземном пространстве, в подземном пространстве — с метрической составляющей геоданных. Иногда говорят о географическом или геодезическом факторе, с которым соотносится информация в процессе геореференции. Геореференция как инструмент получения знаний используется в двух аспектах: пространственном и лингвистическом. За рубежом главным образом рассматривают лингвистический аспект построения и применения геореференции. Лингвистический аспект использует геореференцию как ссылку для поиска информации или для сравнения.

Важным свойством и отличием виртуальных моделей и виртуального моделирования является мультимасштабность. Она проявляется по времени и в пространстве. Мультимасштабность времени позволяет изменять его масштаб и создавать режим неоднородности времени. Изменение масштаба времени позволяет осуществлять процессы, которые в реальности протекают медленнее на 2 -3 порядка. Это свойство очень важно при обучении и повышении квалификации. При этом в виртуальном моделировании существует возможность запускать время в прямом и обратном направлении.

При обучении любой субъект может «тормозить» развитие процессов, которые ему непонятны и которые он хочет детально освоить. И, наоборот, при обучении любой субъект может «ускорять» развитие процессов, которые ему понятны и которые он хочет пропустить. Это создает возможность гетерогенности времени, адаптированного под индивидуальные способности обучаемого. Мультимасштабность времени позволяет создавать индивидуализацию обучения и выравнивание результатов обучения по группе обучаемых.

Мультимасштабность пространства позволяет менять обзорность и воспринимаемость ситуации для наблюдения частных или общих закономерностей и условий. При обучении или исследовании любой субъект может «увеличивать» в любом масштабе детали пространственной ситуации, которые ему непонятны и которые он хочет детально изучить. И, наоборот, субъект может «сжимать» пространственную ситуацию, которая ему понятна. При работе с мультимасштабными картами субъект может не только наблюдать процесс трансформации карты при переходе от одного масштаба к другому, но и исследовать динамику процесса генерализации карт.

Все направления виртуального моделирования имеют качественные различия и должны изучаться и анализироваться независимо от других. Понятие виртуализации в силу широты применения является полисемическим и допускает множество трактовок. Обобщая различные дефиниции, можно дать следующие определения:

Виртуализация как технология - технологии управления компьютерными ресурсами, обеспечивающие программный слой трансляции, известный как "слой абстракции" между программным обеспечением и физическим оборудованием. Виртуализация превращает «физические» средства в «логические» ресурсы [40]. Реализация слоя абстракции существенным образом зависит от объекта виртуализации: сервер, память, сеть, приложения и т.д.

Виртуализация как результат — сокрытие реализации какого-либо процесса или объекта от истинного его представления для того, кто им пользуется. Результатом виртуализации является простой удобный в когнитивном аспекте интерфейс, отражающий на самом деле более

сложную реальную структуру [43], отличную от той, которая воспринимается при работе с виртуальным объектом.

Потенциал виртуализации, обусловил ее внедрение на всех уровнях ИТ инфраструктуры. На микроуровне виртуализации подвергаются такие устройства, как процессор, память, сетевой контроллер. На макроуровне работают технологии виртуализации ИТ инфраструктуры предприятия или совокупности компаний в архитектуре облачных вычислений. Все это создает различные виды виртуализации:

виртуализация устройства (Device virtualization) – ресурсы одного устройства одновременно и независимо разделяются разными программами;

виртуализация настольных систем (Desktop virtualization) – приложения пользователей хранятся и исполняются на выделенных серверах. К этому виду виртуализации также относится возможность выполнения на ПК пользователя приложений, работающих под управлением различных операционных систем;

виртуализация серверов (Server virtualization) – на одном физическом сервере размещается несколько виртуальных серверов, работающих изолированно и независимо друг от друга;

виртуализация систем хранения (Storage virtualization) – все физические устройства хранения с помощью сети объединяются в централизованно управляемый пул;

виртуализация сети (Network virtualization) – совокупность технологий, позволяющих отделить логическое построение сети от ее физической реализации;

виртуализация операционной системы (Operating system virtualization) – на одной физической машине изолированно и независимо друг от друга работают приложения под управлением различных операционных систем. Является разновидностью виртуализации серверов или настольных систем;

виртуализация приложения (Application virtualization, Virtual appliance) – оформление приложения в отдельный контейнер, содержащий необходимые настройки среды, переменные окружения, библиотеки для его исполнения изолированно от ресурсов операционной системы и других приложений;

виртуализация сервисов (Service virtualization) – моделирование в процессе разработки программного обеспечения поведения компонентов в сложных взаимосвязанных приложениях.

Приведенный список не является исчерпывающим. По мере развития технологий появляются и внедряются новые виды виртуализации, например, виртуализация сетевых функций (Network Function Virtualization, NFV).

Заключение.

В настоящее время в области транспорта применяют разные информационные модели. Одни модели являются устойчивыми и используются в управлении, другие типы виртуальных моделей еще только начинают применять. В целом информационные модели, несмотря на широкое применение, требуют обобщения и создания теоретических основ их применения в сфере транспорта.

Список литературы

1. Кондаков Н.И. Логический словарь - М.: АН СССР, Наука, 1971 - 656с.
2. Философский словарь/под ред. И.Т. Фролова. - 5-е издание. - М.: Политиздат, 1985 - 590 с.

3. Цветков В.Я. Модели в информационных технологиях. - М.: Макс Пресс, 2006. - 104с.
4. Математика. Большой энциклопедический словарь /Гл. ред. Ю.В. Прохоров. 3-е изд. - М.: Большая Российская энциклопедия, 2000 - 848с.
5. V. Ya. Tsvetkov. Information Models and Information Resources // European Journal of Technology and Design, 2016, Vol.(12), Is. 2, pp. 79-86. DOI: 10.13187/ejtd.2016.12.79 www.ejournal4.com.
6. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры.. — 2-е изд., испр. — М.: Физматлит, 2001.
7. Розенберг И. Н., Цветков В. Я. Создание динамической пространственно-временной модели управления железной дорогой // Геодезия и картография. – 2010. - №8. – с. 48-51
8. Цветков В.Я. Модель геоданных для управления транспортом //Успехи современного естествознания. –2009. – №4. – с. 50-51
9. Розенберг И.Н., Цветков В.Я. Информационная ситуация. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2010. - 12. - с.126-127.
10. Covi L., Kling R. Organisational dimensions of effective digital library use: Closed rational and open natural systems model //Kiesler, S. – 1997. – С. 343-360.
11. Широкова Г. В. Основные направления исследований в теории жизненного цикла организации //Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 8. Менеджмент. – 2006. – №. 2.
12. Tsvetkov V. Ya. Spatial Information Models // European researcher. Series A. 2013. №10-1(60). с.2386-2392.
13. Zhang X. et al. Multimedia modeling of polybrominated diphenyl ether emissions and fate indoors //Environmental science & technology. – 2009. – Т. 43. – №. 8. – С. 2845-2850.
14. Tsvetkov V. Ya. Information Units as the Elements of Complex Models // Nanotechnology Research and Practice. - 2014, Vol.(1), № 1, p57-64.
15. Дешко И.П. Информационное конструирование: Монография. – М.: МАКСПресс, 2016. – 64с
16. Ozhereleva T. A. Systematics for information units // European Researcher. Series A. 2014, Vol.(86), № 11/1, pp. 1894-1900. DOI: 10.13187/er.2014.86. 1900
17. Tsvetkov V. Ya. Information Constructions // European Journal of Technology and Design. -2014, Vol (5), № 3. - p.147-152
18. Ожерельева Т.А. Информационные образовательные конструкции // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2016. - №5. –с31-38
19. Кузнецов Н. А., Мухелишвили Н. Л., Шрейдер Ю. А. Информационное взаимодействие как объект научного исследования //Вопросы философии. – 1999. – №. 1. – С. 77-87.
20. Чехарин Е. Е. Интерпретация информационных конструкций // Перспективы науки и образования- 2014. - №6. – с.37-40.
21. Савиных В.П., Цветков В.Я. Особенности интеграции геоинформационных технологий и технологий обработки данных дистанционного зондирования // Информационные технологии. - 1999. - №10. - с.36-40.
22. Цветков В.Я. Информационное соответствие // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2016. - №1. – с.454-455.
23. Сидоренко Е. А. Логическое следование и условные высказывания. – М.: Наука, 1983
24. Лотоцкий В.Л. Информационная ситуация и информационная конструкция // Славянский форум. - 2017. -2(16). – с.39-44.

25. Шайтура С.В. Информационная ситуация в геоинформатике// Образовательные ресурсы и технологии. – 2016. - №5 (17). – с.103-108.
26. Потапов А. С. Информационная ситуация и информационная позиция в информационном поле // Славянский форум. - 2017. - 1(15). – с.283-289.
27. Раев В.К. Дихотомический метод уменьшения информационной неопределенности // Перспективы науки и образования. - 2017. - №2(26). - с.7-11
28. Номоконова О. Ю. Информационная неопределенность в информационном взаимодействии // Славянский форум. - 2017. -1(15). – с.104-110
29. Васютинская С.Ю. Информационная асимметрия в образовательных технологиях // Образовательные ресурсы и технологии. – 2016. - №4 (16). – с.14-20.
30. Кудж С.А. Риски информационной асимметрии // Перспективы науки и образования. - 2017. - №1(25). - с.14-19.
31. Мельников С. В. О проблеме диссипации в информационных системах //Естественные и технические науки.—2013.—3.
32. V. Ya. Tsvetkov. Information Relations // Modeling of Artificial Intelligence, 2015, Vol.(8), Is. 4. – p.252-260. DOI: 10.13187/mai.2015.8.252 www.ejournal11.com.
33. Савиных В.П. Информационные пространственные отношения // Образовательные ресурсы и технологии. – 2017. - №1 (18). – с.79-88.
34. Иванников А.Д., Тихонов А.Н., Цветков В. Я. Основы теории информации - М.: МаксПресс, 2007. - 356с.
35. Nürnberger A., Wenzel C. Wisdom-the blurry top of human cognition in the DIKW-model? //Proceedings of the EUSFLAT conference, Aix-Les-Bains, France. – 2011. – V1. – p.584-591.
35. V. Ya. Tsvetkov. Virtual Modeling // European Journal of Technology and Design, 2016, Vol.(11), Is. 1, pp. 35-44. DOI: 10.13187/ejtd.2016.11.35 www.ejournal4.com
36. Алиева Н.З., Е.Б. Ивушкина, О.И. Лантратов Становление информационного общества и философия образования – Издательство «Академии естествознания» 2008, - 220с.
37. Ожерельева Т.А. Виртуальное образование и синергетика // Управление образованием: теория и практика – 2015. - № 1.(17) – с.20- 27.
38. Розенберг И.Н. Пространственное управление в сфере транспорта // Славянский форум, 2015. - 2(8) - с.268-274.
39. Benjamin Kuipers. Modeling Spatial Knowledge (1978) // Cognitive Science - №2. - p. 129-153.
40. Antony Galton. Spatial and temporal knowledge representation // Earth Science Informatics, September, 2009, Volume 2, Issue 3, pp 169-187
41. Hill Linda L. Georeferencing: The Geographic Associations of Information – MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England- 2009, - 272 p.
42. Розенберг И.Н., Вознесенская М.Е. Геознания и геореференция.// Вестник Московского государственного областного педагогического университета. -2010. - № 2. - с. 116-118
43. Virtualization. <http://en.wikipedia.org/wiki/Virtualization> (дата обращения 06.02.2017).

УДК: 625.161.22

ТЕХНОЛОГИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В РАМКАХ ИДЕОЛОГИИ ЦИФРОВОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Тамаркин В.М. Зам. руководителя Центра, ОАО «НИИАС», E-mail: v.tamarkin@vniias.ru, Москва, Россия

Лобанова Т.Э. Главный специалист, ОАО «НИИАС», E-mail: t.lobanova@vniias.ru, Москва, Россия

Аннотация Ядром формирования технологий цифровой железной дороги является полная интеграция интеллектуальных коммуникационных технологий между пользователем, транспортным средством, системой управления движением и инфраструктурой, то есть формирование новых сквозных цифровых технологий организации перевозочного процесса. В статье рассмотрены преимущества внедрения решений Интернета вещей на сети РЖД, проведено сравнение традиционного подхода и технологии Интернета вещей, описан состав платформы промышленного Интернета вещей. Описаны области применения промышленного Интернета вещей на российских железных дорогах и зарубежный опыт внедрения Интернета вещей на железнодорожном транспорте.

Ключевые слова: цифровая железная дорога (ЦЖД), промышленный Интернет вещей (IIoT), межмашинный обмен (M2M).

THE TECHNOLOGY OF THE INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS WITHIN THE IDEOLOGY OF THE DIGITAL RAILWAY

Tamarkin V.M. Deputy Head of Department, JSC "NIIAS", E-mail: v.tamarkin@vniias.ru Moscow, Russia

Lobanova T.E. Chief Specialist, JSC "NIIAS", E-mail: : t.lobanova@vniias.ru, Moscow, Russia

Annotation The core of the formation of digital railroad is the full integration of intelligent communication technology between the user, vehicle, traffic management system and infrastructure that is shaping a new end-to-end digital technologies of the transportation process. The article discusses the benefits of implementing IOT solutions on the RZD network carried out a comparison of traditional approach and Internet technology things, described the platform the industrial Internet of things. Describes the field of application of industrial Internet of things in the Russian Railways and foreign experience of implementation of Internet of things in railway transport.

Keywords: digital railroad (CJD), industrial Internet of things (IIoT), and machine-to-machine data exchange (M2M).

Предпосылки к внедрению промышленного Интернета Вещей на железнодорожном транспорте РФ.

В настоящее время завершена разработка комплексной программы инновационного развития холдинга «Российские железные дороги» на период 2016–2020 годов, одной из приоритетных задач которой является реализация комплексного научно-технического проекта «Цифровая железная дорога» (ЦЖД).

Целью проекта является обеспечение устойчивой конкурентоспособности компании на

глобальном рынке транспортных и логистических услуг за счёт использования современных цифровых технологий. Ядром формирования технологий цифровой железной дороги является полная интеграция интеллектуальных коммуникационных технологий между пользователем, транспортным средством, системой управления движением и инфраструктурой, то есть формирование новых сквозных цифровых технологий организации перевозочного процесса. Ключевым в рамках «Цифровой железной дороги» является проект создания интеллектуальной системы управления железнодорожным транспортом (ИСУЖТ) (см., например, В.А. Гапанович - «Цифровая железная дорога: настоящее и будущее»).

Данный проект базируется на концепции автоматического сбора всей необходимой первичной информации о состоянии перевозочного процесса: текущее состояние систем сигнализации, централизации и блокировки, скорость и вес поездов, местоположение локомотивов, поездов, вагонов, наличие предупреждений, техническое состояние подвижного состава и средств автоматики и т.д. – это и есть реализация технологии «Интернет вещей» в масштабах всей железной дороги и миллионов технических средств, связанных между собой сетями передачи данных.

Преимущества внедрения решений Интернета вещей на сети РЖД.

- У ОАО «РЖД» уже имеется достаточно большое количество оборудования, в котором есть датчики (вагоны, тепловозы, дорожная инфраструктура). Часто информация с этих датчиков не снимается или не обрабатывается так, чтобы получить от этого пользу (информация о возможном отказе, о текущем режиме работы и т.д.). Добавление систем сбора и обработки информации позволяет снизить потери, повысить производительность труда, снизить риски и повысить надежность функционирования оборудования. Стоимость такого добавления невысока.

- У ОАО «РЖД» уже имеются вертикальные M2M решения от разных производителей (Siemens, Bombardier и т.д.). Мультивендорная интеграция под одним «зонтиком» Интернет вещей позволит получать больший производственный и экономический эффект от таких решений.

- Новые парадигмы развития ИТ систем:
 - переход от Владения ресурсами к Сервисам по их использованию;
 - переход к технологии Промышленного Интернета вещей (унификация систем сбора информации от ИКТ и Не-ИКТ устройств, хранения его в облачных структурах и интеграция со специализированными системами).

Сравнение традиционного подхода и технологии Интернета вещей.

Состав традиционных систем - Вертикальных технологических систем:

- Специализированные система сбора данных;
- Специализированные средства накопления информации;
- Специализированные средства предоставления информации;
- Специализированные система обработки информации.

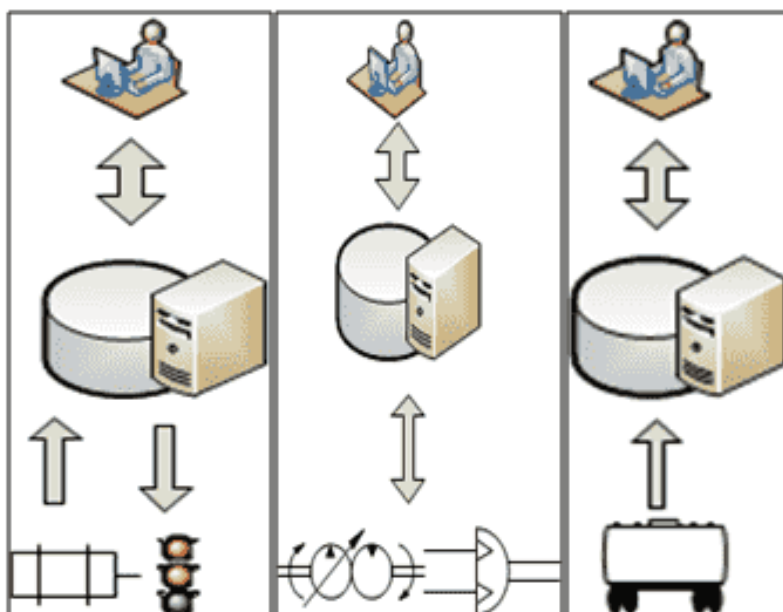


Рисунок 1. Состав традиционной технологической системы.

Состав промышленного Интернета вещей:

- Унифицированные системы сбора информации;
- Унифицированная облачная платформа накопления информации;
- Унифицированная система предоставления информации пользователям с возможностью персонализации;
- Персонализированная система формирования управляющих воздействий.



Рисунок 2. Состав подсистем промышленного Интернета вещей.

Принципиальная общая схема решений технологии промышленного Интернета вещей.

На рисунке 3 представлена общая схема решений данной технологии.

Состав платформы промышленного Интернета вещей.

Платформа промышленного Интернета вещей - облачная платформа по сбору, накоплению, анализу и предоставлению информации и включающая в себя [1]:

- Типовые сенсоры, датчики, исполнительные устройства, подключаемые через унифицированные коннекторы к платформе. Типовыми датчиками являются: датчики положения и географических координат; датчики напряжения; датчики размыкания (электронные пломбы); датчики температуры; акселерометры и др.

- Технические средства передачи информации от коннекторов к шлюзам платформы. Радиосети (LPWAN, GSM, 3G, LTE, zigBe, RFID, WiFi), проводные, оптические сети, сети передачи данных, Интернет.

- Коннекторы (программные и аппаратные) и шлюзы доступа к платформе, обеспечивающие унифицированные процедуры доступа и форматы данных.

- Информационные системы, которые могут быть источником информации для базы данных платформы.

На рисунке 4 схематично представлен состав платформы промышленного Интернета вещей.

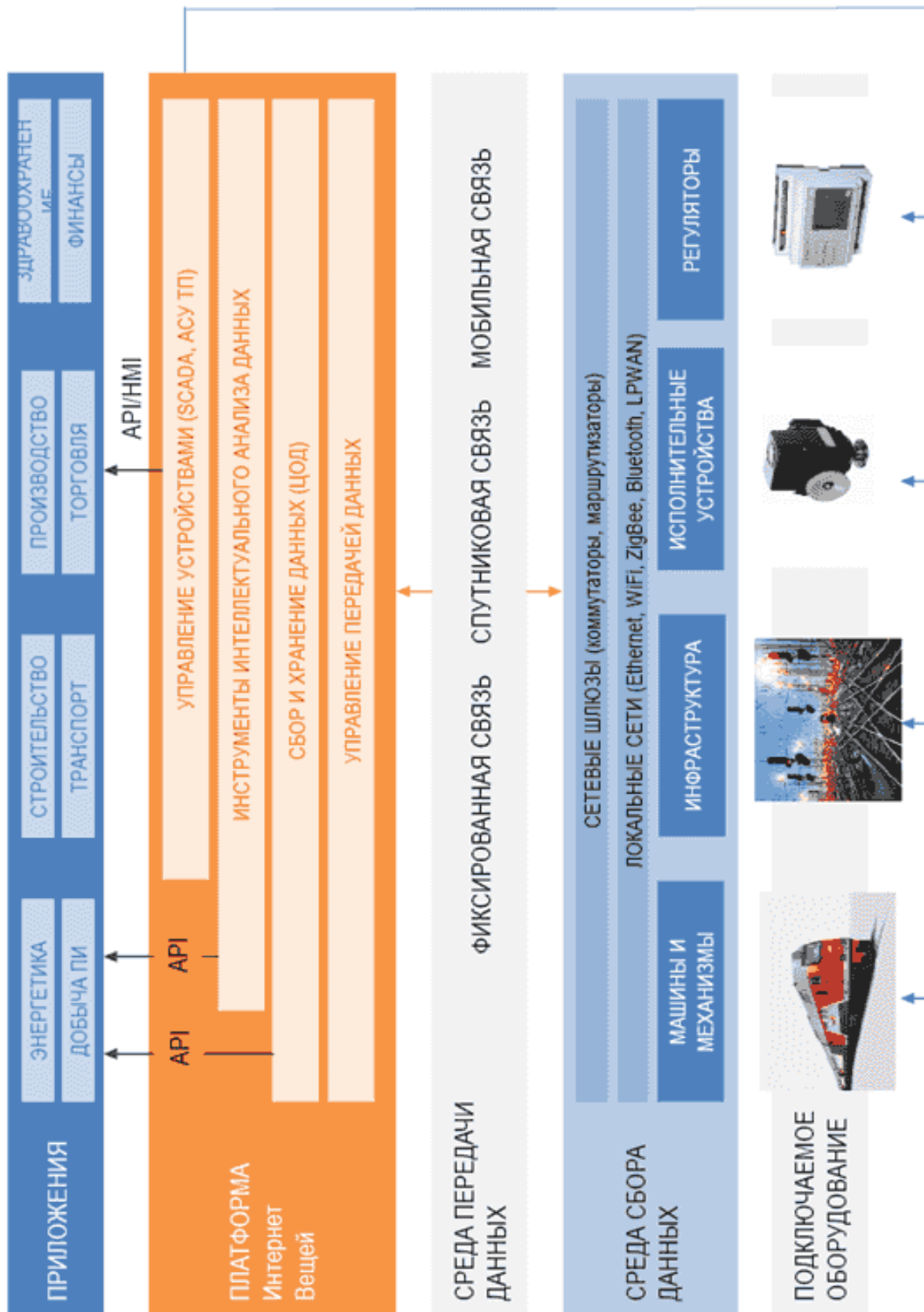


Рисунок 3. Общая схема решений технологии промышленного Интернета вещей

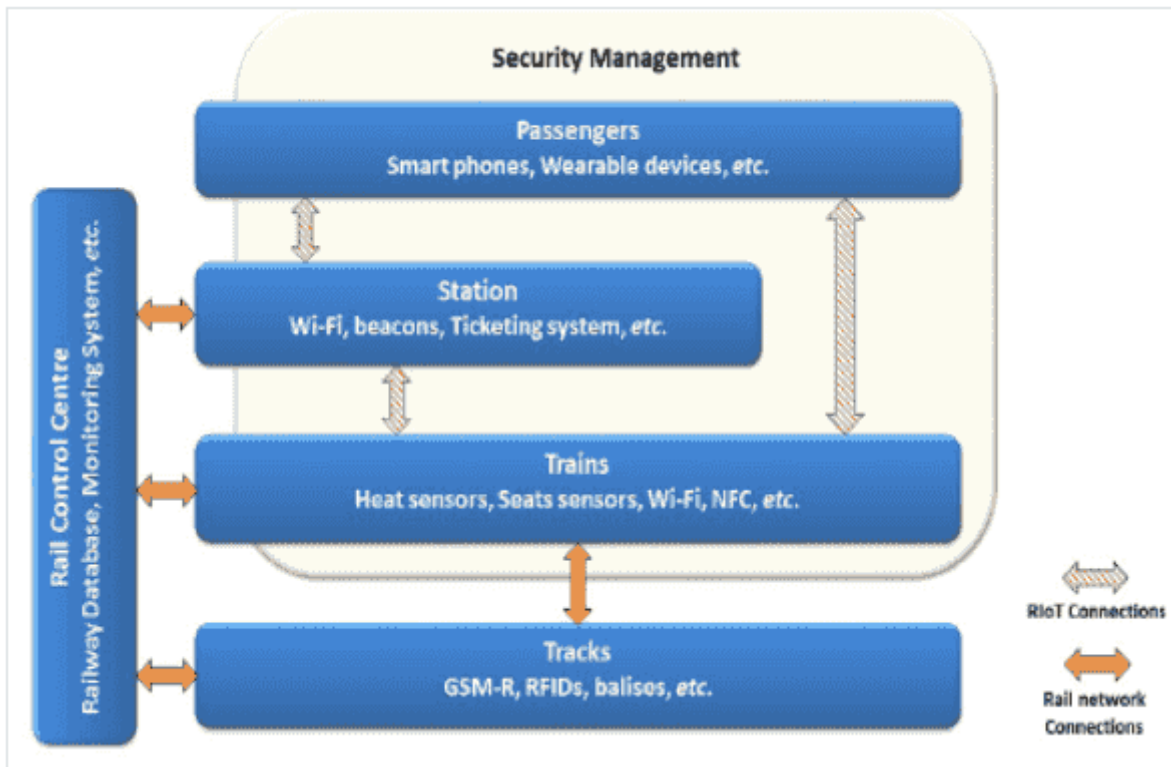


Рисунок 4. Состав платформы промышленного Интернета вещей.

Области применения промышленного Интернета вещей на российских железных дорогах.

**ОПТИМИЗАЦИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
СОСТОЯНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ.....**

- Удалённый мониторинг и контроль за динамическими характеристиками железнодорожного пути и стрелочных переводов
- Удалённый мониторинг и контроль за отдельными пунктами и переездами
- Удалённый мониторинг и контроль автоматики и телемеханики



**ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСЛУГИ
ДЛЯ ПАССАЖИРОВ**

- Предоставление сервисов самообслуживания пассажирам (проверка билетов, заказ дополнительных услуг и т.д.)
- Удаленное управление рекламоносителями, размещёнными на пассажирском транспорте
- Доступ в интернет, развлекательно-информационный контент

**ОПТИМИЗАЦИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

- Обслуживание подвижного состава по техническому состоянию
- Снижение потребления топлива / энергии
- Удаленный мониторинг и контроль местоположения локомотивного и вагонного парка, оптимизация логистики вагонов и грузов

Рисунок 5. Области применения IoT на российских железных дорогах.

IoT диагностика и мониторинг состояния подвижного состава:

- Повышение надежности и эксплуатационной готовности (уменьшение поломок и увеличение срока службы ПС);
- Снижение простоев и вероятности отказов с серьезными последствиями для безопасности людей и окружающей среды;
- Создание базы данных технического обслуживания и ремонта;
- Улучшенное управление запасными частями для ремонта.

На рисунке 6 представлена общая схема работы технологии IoT диагностики и мониторинга подвижного состава [2].

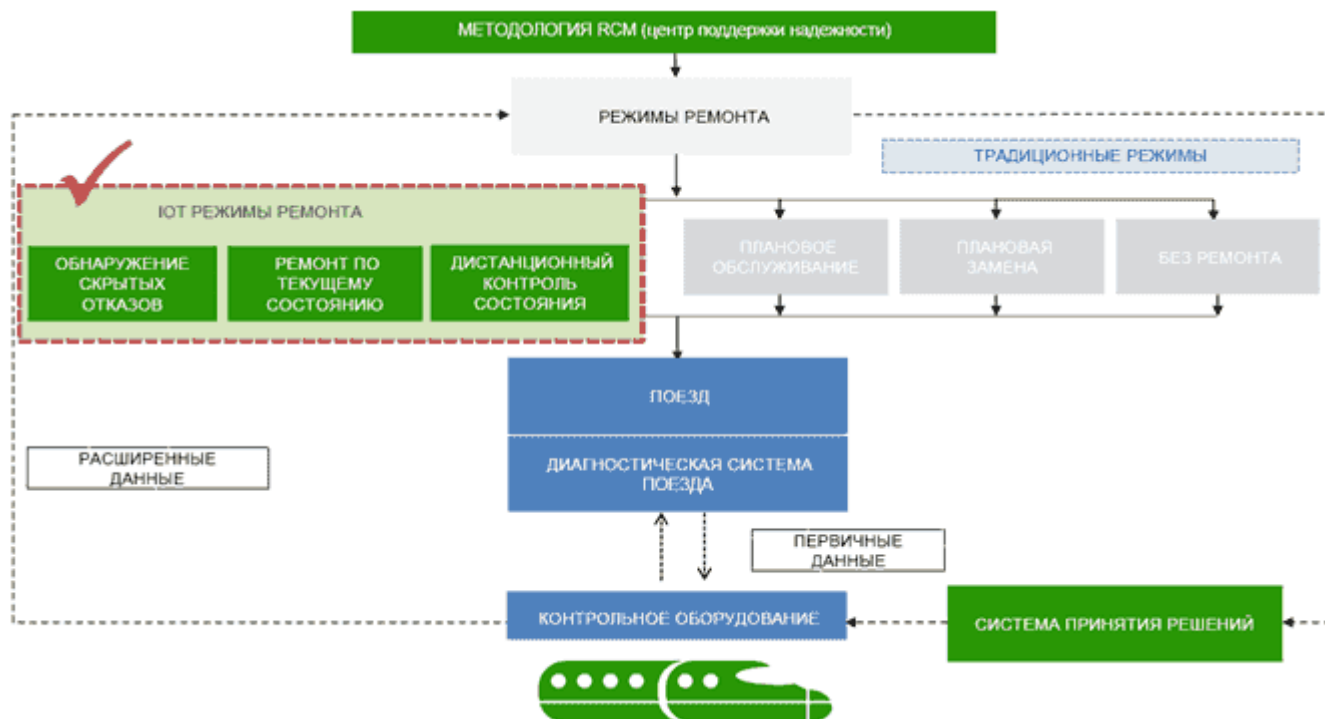


Рисунок 6. Общая схема работы технологии IoT диагностики и мониторинга подвижного состава.

IoT контроль потребления топлива и электроэнергии.

Контроль потребления топлива:

- Идентификация потенциала для экономии топлива;
- Определение и анализ профиля машиниста (стиль вождения);
- Сбор и анализ данных по потреблению топлива;
- Система определения остановок;
- Система мониторинга слива топлива (краж). Результат внедрения: потенциальная экономия топлива свыше 14% и отсутствие случаев хищения топлива.

Контроль потребления электроэнергии:

- Мониторинг данных, связанных с расходом электричества (потребление энергии, вспомогательное оборудование и т.д.);
- Улучшение стиля вождения машиниста;
- Мониторинг периодов парковки (день/ночь);
- Поддержание оптимальной скорости;
- Учет информации о техобслуживании, состоянии путей, ограничении скорости и т.д.

Результат внедрения: до 20% экономии энергии.

IoT интермодальные перевозки и перевозка опасных грузов.

Проблемы - контроль за контейнерами при комбинированных перевозках сопряжен с большими трудностями; информация должна быть обработана и передана от различных предприятий-перевозчиков; дислокация снятых контейнеров часто невозможна. Внедрение данной технологии дает преимущества:

- Информация о дислокации контейнера;
- Контроль за ударами, кражами;
- Контроль времени перевозки;
- Наблюдение за «забытыми» контейнерами.

IoT контроль температуры при транспортировке товаров.

Повышение/понижение температуры может привести к повреждению груза или представлять общую опасность – например, опасные грузы, товары химической и фармпромышленности, продукты питания.

Внедрение технологии IoT дает преимущества:

- повышение надежности транспорта (Safety);
- предотвращение ущерба от порчи товаров;
- определение ответственных (Ladegut);
- документация качества перевозки (KPI).

IoT оценки эффективности эксплуатации и определение стоимости простоя.

Проблемы - общее время оборота вагона (груженный и порожний пробег) зачастую неэкономично долго; определение длительности и причины простоя, как правило, невозможно или не может быть доказано; заказчик часто использует товарные вагоны как дополнительный склад; только при точном определении времени и места простоя может быть выставлен счет.

Внедрение технологии IoT дает преимущества:

- Оптимизация времени оборота/ величины состава;
- Определение стоимости простоя и выставление счетов;
- Документация пунктуальности.

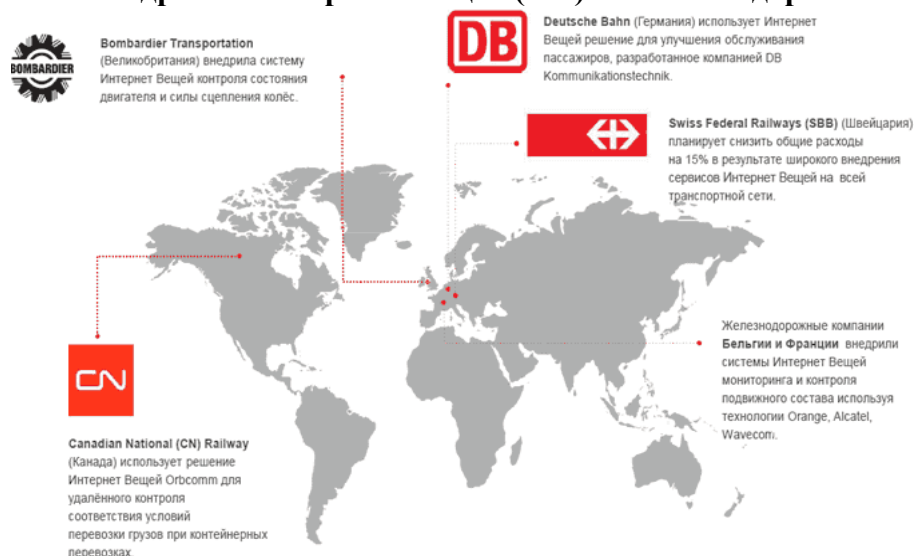
Зарубежный опыт внедрения Интернета вещей (IoT) на железнодорожном транспорте.

Рисунок 7. Зарубежный опыт внедрения технологии IoT на ж.д. транспорте.

Заключение.

В условиях широкого распространения технологии Интернета вещей необходимо гарантировать достаточную безопасность решений, поскольку они оперируют большим объемом конфиденциальных данных, непосредственно влияющих на важнейшие производственные процессы [3].

Большинство решений на основе Интернета вещей состоит из трех основных уровней. Каждый из этих уровней должен иметь надлежащие средства безопасности для защиты от разнообразных уязвимостей:

- **Безопасность устройств и датчиков.** Обеспечение безопасности устройств в процессе эксплуатации и передачи данных в платформу IoT реализуется посредством аутентификации устройств, частичного шифрования сообщения, а также обновления микропрограммного обеспечения датчиков;

- **Защита соединения.** Обеспечение конфиденциальности данных и их защиты от несанкционированного изменения необходимо при передаче данных между устройством и платформой IoT. Здесь защита построена на технологии Transport Layer Security (TLS), обеспечивающей безопасность данных, передаваемых по сети. При этом данные подвергаются шифрованию, чтобы воспрепятствовать несанкционированному прослушиванию и пониманию контента.

Использование облачных технологий, где устройства Интернета вещей сочетаются с мощными средствами бизнес-аналитики, способно произвести революционные изменения в сфере эксплуатации и технического обслуживания подвижного состава и объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта.

Список литературы

1. .ESA SatApps Feasibility Study, Part 1 - User requirements elicitation for an IoT based RZD system;
2. "SNCF: удаленный мониторинг поездов и инфраструктуры на основе Интернета вещей"; «Железные дороги мира» № 4, 2017- стр.76 – 78.
3. ООО «Центр 2М» - Презентация в Минтрансе РФ, 2016 г. «Повышение эффективности железнодорожных перевозок путем внедрения решений Промышленного Интернета Вещей».