



винов, В.А. Ключников, Д.А. Алтухов, Н.А. Остроглазов, А.Н. Имамутдинов. – Самара : Интелтранс, 2016. – Т.2. – 217 с.

2. Коннолли, Т. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика / Т. Коннолли, К. Бегг. – 3-е изд. – М.: Вильямс, 2003. – 1436 с.

3. Достопримечательность [Электронный ресурс] – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Достопримечательность>.

4. Рцинская, И.И. Путеводитель как инструмент конструирования региональных достопримечательностей (вторая половина XIX – начало XX в.) // Вестник Московского университета. Серия 19. Лингвистика и межкультурная коммуникация. – 2011. – № 1. – С. 74-93.

5. Михеева Т.И. Моделирование движения в интеллектуальной транспортной системе / Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета – Самара: СГАУ, 2004. – С. 118-126.

6. Михеева Т.И., Михеенков И.Е. Программная таксономия – основа для создания гипермедийных обучающих систем // Информационные технологии, 1998. – №8. –С. 40-43.

7. ORM [Электронный ресурс] – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ORM>.

8. Ноубл, Дж. Рецепты программирования / Дж. Ноубл, Т. Андерсон, Г. Брэйтуэйт, М. Казарио, Р. Третола, Flex 4. – БХВ-Петербург, 2011. – С. 548. – 720 с.

С.В. Михеев

## СИНТЕЗ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ НА ОСНОВЕ ПАТТЕРНОВ

(Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева,  
Группа компаний «ИнтелТранС»)

### Введение

Для моделей систем поддержки принятия решений при управлении транспортной инфраструктурой характерно использование сложных динамически реконфигурируемых структур объектов и их ассоциаций. Методология синтеза систем управления транспортной инфраструктурой основана на развиваемом подходе к системному анализу и компьютерному моделированию сложно-организованных систем. При разработке использованы оригинальные приемы объектно-ориентированного проектирования на основе теории паттернов. Конструирование и реконструирование таких паттернов требует инструментов, обеспечивающих эти процессы универсальными средствами создания и динамической модификации объектов.



В статье вводятся основные определения паттерного проектирования (в дальнейшем *P*-моделей), специфицируются виды и структуры паттернов, определяется организация конструирования объектов на основе *P*-моделей. В целом вводимые аксиоматика и систематизация базируются на использовании оригинальных определений и составляет концепцию стратифицированного паттерного конструирования объектов и ассоциаций.

В качестве информационной, методологической и имплементативной основы проектирования системы поддержки процессов принятия решения при управлении транспортной инфраструктурой рассмотрена стратифицированная паттерновая модель. Синтез системы поддержки принятия решения при управлении транспортной инфраструктурой производится на фундаментальной методологической основе, определяемой объектно-ориентированной парадигмой, устанавливающей первичность и атомарность категорий объектов, таксономических и агрегатных паттернов свойств и отношений между объектами. Синтез универсальных структур на основе паттернов рассмотрен на формальной декларации объектов, инвариантной к их предметной ориентации. Наряду с синтезом методических *P*-моделей описаны паттерны формализации и систематизации релевантных информационно-логических и функциональных аспектов транспортной инфраструктуры. Имплементативные *P*-модели содержат результативности паттерного проектирования системы поддержки принятия решения при управлении транспортной инфраструктурой процессов моделирования, управления, экспериментальных исследований. Синергетические *P*-модели выступают, как часть системного анализа общих принципов функционирования сложноорганизованной системы, в качестве которой рассматривается система поддержки принятия решения.

### **Стратифицированная паттерновая модель системы поддержки принятия решения при управлении**

Во всех инженерных дисциплинах широкое распространение получили объектно-ориентированный анализ, проектирование и программирование, в основе которых лежат принципы декомпозиции, абстракции и иерархии. Современные методологии структурного анализа и проектирования в CASE-инструментах, различные технологии инженерии знаний в общем случае не предлагают систематической процедуры или формализма, позволяющего «вывести» структуру понятий и отношений ПрО из доступных о ней данных.

Методология формализации, анализа, синтеза системы поддержки процессов принятия решений при управлении транспортной инфраструктурой базируется на комплексной стратегии повышения уровня абстракции используемых моделей, охватывающих реализуемые комбинации особенностей объектов предметной области. В основе методологии находится концепция объектно-ориентированного анализа и проектирования как совокупности взаимодействующих друг с другом сущностей предметной области (объектов), рассматривая при этом объекты, как экземпляры определенных классов, образующих таксономическую иерархию.



Реализация проектов по разработке систем поддержки процессов принятия решений и моделированию бизнес-процессов рождает ситуации, когда решения задач в различных проектах имеют схожие структурные черты. Во многих объектно-ориентированных системах можно встретить шаблоны, состоящие из классов и взаимодействующих объектов, с помощью которых решаются конкретные задачи проектирования, существующие одновременно в нескольких системах. Обобщение и классификация таких задач и наиболее удачных путей их решения привели к появлению паттернов. На основе ООП паттерн из абстрактной категории превратился в неотъемлемый атрибут современных CASE-средств.

Существенными особенностями проектируемой системы поддержки процессов принятия решения, как информационной паттерновой модели, являются:

- сложность и масштабность моделей, наполняющих систему управления транспортной инфраструктурой, выражающиеся в большом количестве типов, в применении альтернативных механизмов множественного наследования и полиморфного переопределения свойств объектных типов, в использовании вложенных агрегатных и селективных конструкций и ассоциаций;
- необходимость поддержки запросов к данным в декларативном, предикативном и навигационном стилях, эффективной реализации базовых операций манипулирования ими;
- широкий контекст использования моделей в приложениях, оперирующих как с данными одной многопрофильной информационной схемы, так и с данными нескольких независимых схем;
- взаимодействие с внешними системами, разнородными, гибридными, многофункциональными с определением механизма взаимодействия, интеграции в единое пространство данных и функционалов.

*Определение 1.* Паттерн – образец, шаблонная модель, формализованное описание часто встречающейся задачи проектирования, эффективное, в заданном контексте, типовое решение проектной (программной) проблемы. Определим паттерновую модель, как *P*-модель.

В современной программной инженерии создание программных продуктов опирается на экспликацию интеллектуальной роли программно-технических понятий. В этом смысле архитектура системы управления транспортной инфраструктурой должна включать структурно-функциональные компоненты, которые по отдельности или в определенных сочетаниях призваны отобразить интеллектуальные единицы общей схемы проектирования и технологические составляющие, с помощью которых рассматриваемые интеллектуальные единицы порождаются и увязываются между собой.

Согласно господствующей познавательной парадигме для абстрагирования любой предметной области первичными и атомарными признаются категории «объектов» и отношений между объектами.

Декларация обобщенных свойств, присущих объектам предметной области, и обобщение этих свойств для обеспечения перехода на высший уровень



иерархии абстракции, присущи таксономическим объектно-ориентированным моделям. Данное абстрагирование обеспечивает модульное (паттерновое) проектирование системы за счет стратифицированного подъема с одного уровня иерархии обобщения на другой.

В качестве методологической и информационной основы проектирования системы поддержки процессов принятия решения при управлении транспортной инфраструктурой резонно использовать объектно-ориентированные таксономические модели. В отличие от сетевых, реляционных и иерархических моделей, декларирующих только статические отношения, таксономические модели не просто структурируют информацию, но и обеспечивают «наследование» как самих объектов классов, так и методов обработки объектно-ориентированных структур, определяет единое по имени действие, применимое ко всей иерархии наследования, позволяющей синтезировать паттерны.

Таким образом, таксономия с функционалом стратификации в наибольшей степени адекватна задачам разработки системы управления транспортной инфраструктурой.

*Определение 2.* Стратифицированная  $P$ -модель декларирует статический регламент структурированного конструирования классов объектов и межклассовых отношений.

Стратифицированная  $P$ -модель декларирует страты, как объекты, получающие онтологический смысл и описывающие элементы нелинейно-динамической системы, в качестве которой выбрана система поддержки принятия решений управления транспортной инфраструктурой. Межклассовые отношения, специфицированные  $P$ -моделью, не могут быть изменены в динамике процесса имитации. Статичность регламента не означает статичности объектов, конструируемых по этому регламенту, они могут динамически реконструироваться в соответствии со структурой межклассовых отношений в модели.

Визуально  $P$ -модель представим совокупностью вложенных сферических страт, определяемых триадой  $\langle \hat{S}, (\Psi_1, \Psi_2, \dots, \Psi_n), \Omega \rangle$ , где  $\hat{S}$  – множество страт пространства предметной области,  $\Psi_1, \Psi_2, \dots, \Psi_n$  – множество типов отношений (связей) между стратами пространства,  $\Omega$  – множество отображений. Кроме традиционных: пространственных, временных и причинно-следственных отношений в системе поддержки процессов принятия решений присутствуют и специализированные отношения, характерные предметной области: теоретико-множественные, логические, функциональные, топологические, иерархические.

Сферическая страта представляет собой классы объектов и, в свою очередь, может быть декомпозирована для получения необходимого уровня детализации. Декомпозиция представляется вырезкой конуса из общего пространства предметной области (рисунок 1).

Определим отображения из любой страты в каждую, что позволяет связывать данные разных страт. При этом необходимо обеспечить сохранение инвариантов страт – совокупности существенных и неизменяемых свойств объектов каждой страты.

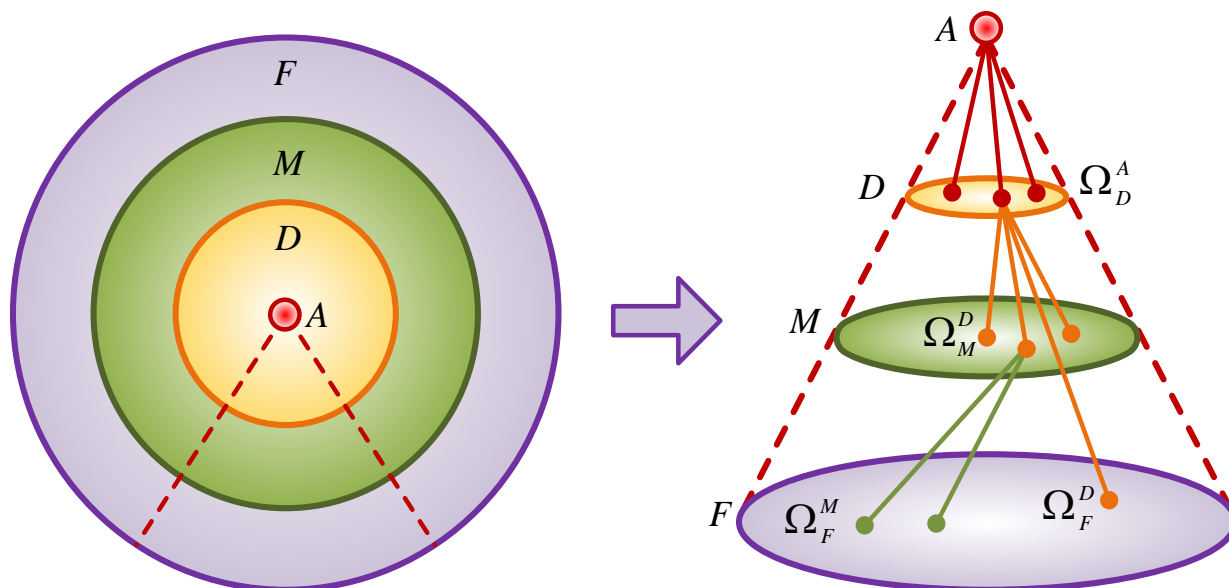


Рис. 1. Стратифицированная  $P$ -модель

Стратифицированную  $P$ -модель системы поддержки процессов принятия решений при управлении транспортной инфраструктурой определим, как тетраду страт:  $P(\hat{S}) = \{A, D, M, F\}$ . Центральную страту пространства наполняют базовые атомарные паттерны  $A$ , обладающие неделимостью своей семантики и функционала. В соответствии с методологией стратификации следующие страты определим как: декларативная страта  $D$ , методическая страта  $M$  и имплементативная (функциональная) страта  $F$ .

Декларативная страта расслаивается, в свою очередь, на страты информации об объектах предметной области, их имманентных свойств  $\tilde{P}$  и архитектурных структур. Страта представления знаний содержит статически декларированные модели данных и алгоритмы вывода, оперирующие структурами данных и имеющими функционал, независимый от наполнения содержания.

Методическая страта  $M$  расслаивается на страты методов сбора, обработки, хранения, передачи информации об объектах предметной области, математических методов интеллектуального анализа, проектирования, моделирования, визуализации, прогнозирования ситуаций, возникающих в процессе функционирования транспортной инфраструктуры.

Имплементативная страта  $F$  расслаивается на страты программных средств обработки данных декларативной страты путем программной реализации методов методической страты на основе паттернов функционального зонирования.

Отображение страт определено как:  $\Omega_D^A: A \rightarrow D$ ,  $\Omega_M^D: D \rightarrow M$ ,  $\Omega_F^D: D \rightarrow F$ ,  $\Omega_F^M: M \rightarrow F$ .

В качестве информационной, методологической и имплементативной основы проектирования системы поддержки процессов принятия решения при управлении транспортной инфраструктурой используется стратифицированная паттерновая модель.





Синтез системы поддержки принятия решения при управлении транспортной инфраструктурой производится на фундаментальной методологической основе, определяемой объектно-ориентированной парадигмой, устанавливающей первичность и атомарность категорий объектов, таксономических и агрегатных паттернов свойств и отношений между объектами.

Синтез универсальных структур на основе паттернов базируется на формальной декларации объектов, инвариантной к их предметной ориентации. Такой подход к разработке сложноорганизованной системы поддержки принятия решения обеспечивается паттерновым представлением любого объекта транспортной инфраструктуры в виде архитектуры, состоящей из двух частей: формальной (архитектурной), взаимодействие с которой осуществляется только через универсальные декларативные паттерны, и содержательной, наполняемой значениями имманентных свойств объектов предметной области.

Наряду с синтезом методических Р-моделей определены паттерны формализации и систематизации релевантных информационно-логических и функциональных аспектов транспортной инфраструктуры, разработаны паттерны формального преобразования исходной информации в паттерновую спецификацию, реализующую все ключевые формы семантического абстрагирования, моделирования, зонального управления и анализа транспортной инфраструктуры на основе методов искусственного интеллекта.

Имплементативные Р-модели содержат результативности паттерного проектирования системы поддержки принятия решения при управлении транспортной инфраструктурой процессов моделирования, управления, экспериментальных исследований. Этот дает качественное объяснение основному феномену фазы концептуализации в задачах построения сложноорганизованных систем – возможности формирования и сосуществования различных типов моделей в рамках одной предметной области.

Синергетические Р-модели выступают, как часть системного анализа общих принципов функционирования сложноорганизованной системы, в качестве которой рассматривается система поддержки принятия решения при хаотическом управлении транспортной инфраструктурой с синтезом процессов самоорганизации и саморазвития с учетом накладываемых ограничений.

### Литература

1. Михеева Т.И., Михеев С.В., Головин О.К., Сапрыкин О.Н. Паттерны проектирования сложноорганизованных систем. – Самара : Интелтранс, 2015. – 216 с. – ISBN 978-5-9906857-2-7.
2. Михеев С.В., Сидоров А.В., Осьмушин А.А. Диагностика состояния транспортной инфраструктуры с использованием нейронных сетей// Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6; URL: [www.science-education.ru/113-11807](http://www.science-education.ru/113-11807)
3. Михеева Т.И. Моделирование движения в интеллектуальной транспортной системе / Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета - Самара: СГАУ, 2004. С. 118-126.



4. Михеева Т.И., Золотовицкий А.В. Применение теории графов в задачах управления дорожным движением // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. Сер. «Актуальные проблемы радиоэлектроники» - Самара: СГАУ, - 2003. С. 20 - 24.

Т.И. Михеева, А.И. Бугаков, А.И. Чугунов

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

(Самарский университет)

В настоящее время состояние дорожного покрытия на протяжённых участках автомобильных дорог на территории Российской Федерации далеко от идеального. Характер и численность дефектов покрытия разнятся: на некоторых участках автомобилист может столкнуться лишь с незначительными неровностями, которые не скажутся на движении транспортного средства (ТрС), в то время как на других он будет вынужден лавировать между ямами, постоянно подвергая ТрС опасности повреждения ходовой части.

Для повышения комфортности поездки, уменьшения продолжительности и сохранения технического состояния ТрС, автомобилисты руководствуются сведениями о состоянии дорожного покрытия при планировании маршрута и при следовании по нему.

Электронные карты дорог не учитывают информацию о качестве дорожного покрытия, только о типе дорожного покрытия (грунтовое или асфальтовое). Обозначенное на карте шоссе с асфальтовым покрытием может оказаться непроходимым из-за существенных дефектов дорожного полотна.

Один из способов для фиксирования и исправления дефектов дорожного покрытия – это отправление уведомлений в центральные органы власти [1]. Также существует немало программно-аппаратных комплексов, позволяющих определить состояние дорожного покрытия, но они все требуют дорогостоящего оборудования и опыта использования, что ограничивает доступность этих средств.

Таким образом существует два способа фиксирования дефектов дорожного покрытия: с помощью специального оборудования, и с помощью обращения в ответственные органы с соответствующим заявлением [1].

Так как использование специальных средств для контроля качества дорожного покрытия недоступно для большинства автомобилистов, появляется задача создания системы, которая сможет собирать необходимую информацию о качестве дорожного покрытия, будет удобной и отзывчивой для пользователей, не будет излишне требовательна к техническим характеристикам используемого оборудования, будет привлекать пользователей своей идеей, простотой и отзывчивостью интерфейса.