

СИТУАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО РЕГИОНАЛЬНОМУ УПРАВЛЕНИЮ

*Работа представлена кафедрой электронной коммерции
Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики.*

В статье делается попытка развить взгляды А. Я. Фридмана, А. Г. Олейника, П. И. Матвеева по проблемам информационных систем поддержки принятия решений в области муниципального управления применительно к территориальному управлению субъектов Российской Федерации.

Ключевые слова: *А. Я. Фридман, А. Г. Олейник, П. И. Матвеев, поддержка принятия решения, региональное управление.*

I. Khasanshin

SITUATED SYSTEMS OF DECISION SUPPORT IN REGIONAL ADMINISTRATION

The author of the paper tries to develop the ideas of A. Ya. Fridman, A. G. Oleynik and P. I. Matveyev on the problems of information systems of decision support in the sphere of municipal management relating to the territorial administration of constituents of the Russian Federation.

Key words: *A. Ya. Fridman, A. G. Oleynik, P. I. Matveyev, decision support, regional administration.*

Обзор публикаций по проблемам разработки и функционирования информационных систем поддержки принятия решений (СППР) в области регионального управления показывает, что в настоящее время использование средств геоинформационных технологий в этой сфере ограничивается в основном созданием справочно-поисковых систем. Задача создания полнофункциональных сис-

тем, поддерживающих все основные этапы процесса принятия решений – от сбора и хранения исходной информации до представления обоснованного варианта возможного управленческого решения – остается актуальной.

В данной статье делается попытка развить взгляды А. Я. Фридмана, А. Г. Олейника, П. И. Матвеева по проблемам информа-

ционных систем поддержки принятия решений в области муниципального управления применительно к территориальному управлению субъектов Российской Федерации.

Несомненно, любая урбанизированная территория с позиций теории управления является сложной нестационарной пространственной системой. Для объектов такого рода характерны две основные особенности: зависимость параметров составных частей объекта от их пространственного расположения и изменчивость этих параметров во времени. Исследование таких объектов с достаточной для получения практически значимых результатов многосторонностью с учетом того, что экспериментальные воздействия на них по различным причинам (ограниченные временные рамки, высокая стоимость экспериментов, опасность необратимых изменений, сложность сопоставления населенных пунктов по анализируемым показателям) обычно невозможны или нежелательны, возможно выполнить практически только методами моделирования. При этом должны учитываться разнообразие информационные, финансовые, материальные, энергетические потоки, необходимо предусматривать анализ последствий изменения административной структуры территории, возможных критических ситуаций.

Модели и информационные системы, обеспечивающие поддержку принятия решений по региональному управлению, целесообразно строить иерархическими, аналогично организационной структуре процесса управления муниципальными образованиями. На нижнем уровне иерархии модели описывают реальные процессы или объекты с их конкретными детализированными характеристиками и параметрами. Модель каждого следующего уровня иерархии описывает некоторую систему, образованную группами объектов нижнего уровня.

Недостатками геоинформационных систем (ГИС) как среды для исследования состояния нестационарного пространственного объекта являются неприспособленность к поддержке иерархических моделей, работе с временными рядами и учету взаимозависи-

мости (взаимодействий) между составными частями объекта. Гибкий аппарат сопровождения иерархических моделей предоставляет система концептуального моделирования [5]. Важным достоинством этой системы с позиций создания комплексных СППР территориального управления является возможность синтеза концептуальной модели (КМ) сложного объекта на основе КМ его подобъектов. Эта возможность позволяет поэтапно и относительно независимо разрабатывать, создавать и использовать концептуальные модели различных территориальных подсистем, совмещая процесс наращивания и развития общей КМ территориального управления с процессом прикладного использования имеющихся фрагментов. Концептуальные модели носят декларативный характер – они описывают в терминах предметной области структуру и основные связи элементов объекта управления, а также отношения между ними, существенные для принятия решений. Объединение возможностей ГИС с возможностями системы концептуального моделирования обеспечивает новый качественный уровень информационных СППР.

От систем территориального управления, так же как и от систем муниципального управления, требуется оперативная реакция на самые разнообразные события, затрагивающие различные участки регионального хозяйства. Для формализации постановки задачи, требующей принятия решения, предлагается использовать понятие ситуации, являющееся центральным понятием в рамках интенсивно развивающегося в последнее время ситуационного подхода к моделированию и управлению сложными объектами. В нем ситуация рассматривается как временной срез траектории изменения характеристик объекта в некотором абстрактном многомерном пространстве [7]. В работе [9] предложено применить принципы ситуационного управления в системе концептуального моделирования нестационарных пространственных объектов.

Геоинформационное представление любого объекта состоит из комплекта условных слоев (покрытий), на каждом из которых в

виде графических элементов из стандартного набора (точек, линий и полигонов) отображаются те или иные составные части объекта. Геоинформационная модель территории региона (объекта управления) – это его цифровая электронная карта (ЭК). Информация сгруппирована и разнесена по слоям с учетом топологии и классификации объектов покрытия.

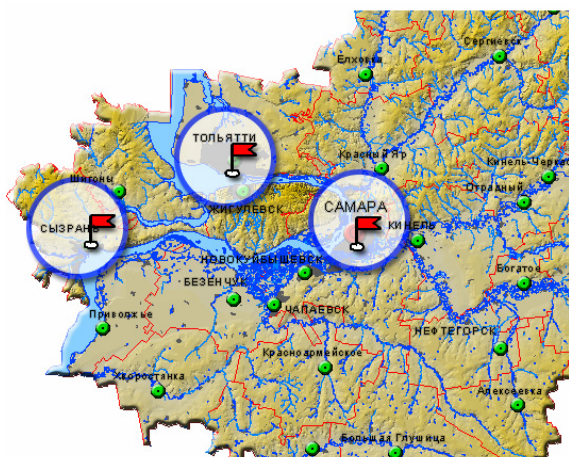


Рис. 1. Фрагмент цифровой ЭК юго-западных районов Самарской области

Примером может служить фрагмент ЭК юго-западных районов Самарской области (рис. 1) где показаны следующие слои:

- элементы топографии – горизонтали рельефа (линии);
- административные границы районов – линии;
- водные объекты (полигоны);
- населенные пункты (точки).

Решающим аргументом в пользу выбора ГИС в качестве среды для моделирования является тот факт, что в ГИС изображение не хранится целиком, а строится перед выводом на экран из стандартных элементов по значениям их графических атрибутов, хранящимся в базе данных (БД) ГИС. С каждым графическим элементом можно связать дополнительные поля БД, доступные для модификации внешними вычислительными модулями, в отличие от графических атрибутов. В частности, эти поля можно использовать для хранения атрибутов концептуальной модели,

относящихся к данному элементу, и других параметров, необходимых для организации работы СППР.

В общем случае, для ГИС безразлична семантика элементов, отображаемых тем или иным видом графических элементов. На одном покрытии в различных цветах полигонами могут отображаться, например, и поля, и водохранилища. Однако в целях упрощения дальнейшей формализации предполагается, что в каждом покрытии элементами одного графического вида отображаются функционально однотипные составные части объекта. Сделанное предположение увеличивает количество покрытий, из которых строится модель объекта, но позволяет автоматически, с помощью встроенных средств ГИС, реализовать принципиальное для последующего рассмотрения свойство модели: в каждом покрытии отображается пространственное разбиение (в смысле теории множеств) некоторой характеристики объекта. Кроме того, однотипность элементов каждого покрытия облегчает контроль корректности концептуальной модели и формирование приоритетов альтернативных вариантов.

С позиции назначения СППР целью моделирования является сопоставление эффективности допустимых альтернатив для решения той или иной задачи, поэтому необходимо ввести в модель параметры, определяющие сравнение элементов модели между собой. В пределах одного покрытия, по принятому предположению, набор входных и выходных параметров всех графических элементов одного вида одинаков, поэтому для их оценки можно использовать одну весовую функцию, которая в общем случае зависит как от графических атрибутов элемента, так и от связанных с ним дополнительных атрибутов. Без ограничения общности можно принять, что весовая функция определена на интервале $[0, 1]$, причем нулевому значению соответствует отсутствие влияния данного элемента на решение рассматриваемой задачи. Весовая функция позволяет оценить вклад того или иного элемента в решение задачи и служит для вычисления сравнительных приоритетов альтернативных вариантов,

их вклада в критерий, на основе которого должно приниматься решение.

Концептуальная модель объекта управления представляет собой двудольный древовидный граф. Нижний уровень декомпозиции в КМ – уровень примитивов – задает структурно неделимые компоненты модели, которые в реальности могут соответствовать достаточно сложным составным частям объекта управления. На более высоких уровнях КМ конъюнктивно (дизъюнктивно) связаны логически последовательные (параллельные) подзадачи. Параллельными считаются задачи обработки данных, которые в каждом цикле расчетов иницируются независимо друг от друга, в противном случае они рассматриваются как логически последовательные. Последние могут быть интерпретированы как макропроцедуры, моделируемые в общем случае ориентированным графом без циклов, управляемых от внешних по отношению к макропроцедуре условий. Внутренние циклы, в частности, оптимизационные процедуры, если без них решение задачи невозможно, должны выноситься на уровень примитивов.

В СППР каждый примитив концептуальной модели, роль которого в управляемой системе зависит от его пространственного расположения, отображается набором графических элементов на одном или нескольких покрытиях карты. Поэтому к его основным атрибутам в КМ добавляются имена покрытий и идентификаторы графических элементов. Эти атрибуты относятся к категории исполнителей объектов КМ. Отображения объектов КМ более высоких уровней синтезируются из отображений примитивов по очевидным правилам.

Управление объектом в рассматриваемой постановке трансформируется в выбор одного из возможных вариантов структуры объекта на каждом шаге или такте моделирования. Исходные данные для принятия решения задаются руководителем (лицом, принимающим решения – ЛПР) на КМ объекта в форме некоторой ситуации, интересующей его в данный момент. Последовательность рассматриваемых ситуаций образует сцена-

рий функционирования или развития управляемой системы. В общем случае ситуация описывается тремя основными компонентами, это знания о текущей структуре объекта, знания о текущем состоянии системы управления и знания о технологии (стратегиях) управления. Таким образом, каждая ситуация описывается набором элементов КМ, характеризующих перечисленные компоненты. С помощью подсистемы доопределения и классификации ситуаций СППР ставит в соответствие требуемой задаче определенный фрагмент КМ, полностью содержащий (покрывающий) исследуемую ситуацию. При решении данной задачи используются алгоритмы автоматизированного выбора (доопределения) покрывающего фрагмента КМ по заданному подмножеству его исходных и целевых узлов [5; 6]. При наличии в КМ альтернативных (параллельных) вариантов, для которых невозможно реализовать полностью формализованный выбор, доопределение покрывающего фрагмента может осуществляться после запроса к экспертной системе [7] (если она входит в состав СППР) или непосредственного запроса к ЛПР о дополнительной информации по тем или иным аспектам (параметрам) ситуации. Затем из соответствующих баз данных СППР осуществляется выбор необходимых данных об объектах, входящих в выбранный фрагмент, их атрибутов и характеристик. В результате синтезируется геоинформационная модель анализируемой ситуации, в которой запись каждого элемента покрытий, относящихся к объекту, дополняется актуальными для ситуации значениями его параметров и характеристик. На полученной модели может быть проведена серия вычислительных экспериментов (ВЭ), причем в ходе этих экспериментов модель может итерационно модифицироваться, уточняться и дополняться. Средства работы с КМ позволяют провести автоматизированный синтез среды реализации ВЭ, совместно использовать аналитические и логические методы решения поставленных задач [5; 6]. После завершения работы с моделью ситуации некоторые результаты могут быть занесены в БД исходной информации, сама же модель, как правило, не сохраняется.

Основой традиционной системы ситуационного управления является семиотическая (знаковая) модель, строящаяся в виде сети, где узлами являются внутренне непротиворечивые формальные модели, а переходы между узлами задаются правилами преобразования параметров формальных моделей – корреляционными или логико-трансформационными правилами (ЛТП). Построение семиотической модели осуществляется на языке ситуационного управления, представляющем собой достаточно сложное по структуре подмножество естественного языка.

Здесь Анализатор по описанию текущей ситуации принимает решение о необходимости (или отсутствии таковой) применения какого-либо управления.

Если управление необходимо, в действие вступает Классификатор, который должен отнести текущую ситуацию к одному или нескольким классам, соответствующим некоторому одношаговому управлению. Решение Классификатора передается Коррелятору, где хранятся все ЛТП. Если Коррелятору удастся выбрать единственное ЛТП, то на объект выдается связанное с этим правилом управление; в противном случае подключается Экстраполятор, предназначенный для выбора управления путем экстраполяции и сравнения последствий всех альтернативных воздействий. Когда не удастся выбрать предпочтительное управление и таким путем, воздействие реализуется в результате случайного выбора.

С точки зрения П. И. Матвеева, А. Г. Олейника, А. Я. Фридмана [2], коренными причинами сложностей в реализации метода ситуационного управления с помощью вычислительных систем широкого применения являются попытки использования естественного языка как основы для внутреннего представления знаний в семиотических моделях, а также поиски средств формализации для пространств состояния произвольной структуры, не имеющих собственной метрики. В рамках описанного выше иерархического концептуального подхода эти проблемы находят конструктивное решение.

Задача Анализатора текущей ситуации в ситуационной СППР превращается в задачу оценки предшествующего управления с целью принятия решения об изменении структуры объекта. Эта задача решается путем анализа временных рядов значений переменных, хранящихся в базах данных системы. Функция Классификатора заключается в сужении класса допустимых на текущем шаге воздействий. Сопоставление вариантов предлагается производить с помощью метода анализа иерархий, вычисляя на базе упомянутых выше весовых функций приоритеты заложенных в КМ вариантов структуры объекта. Это позволяет исключить необходимость реализации сложных алгоритмов оценки состояния объектов переменной структуры. В результате отбирается один или несколько вариантов структуры объекта, чьи векторы приоритетов доминируют векторы приоритетов других вариантов в смысле принятого критерия.

Можно выделить несколько модификаций метода анализа иерархий, которые определяются характером связей между критериями и альтернативами, расположенными на самом нижнем уровне иерархии, а также методом сравнения альтернатив.

На рис. 2 представлен общий вид иерархии, где E_j^i – элементы иерархии; A_i – альтернативы.

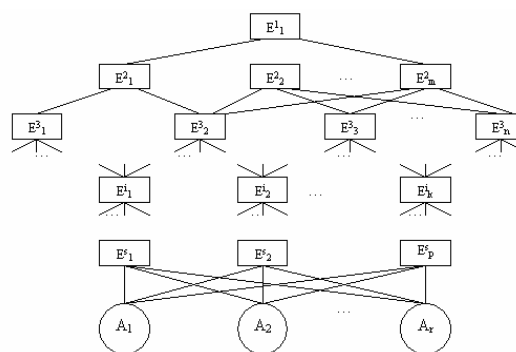


Рис. 2. Общий вид иерархии

Функции Экстраполятора в ситуационной СППР выполняет эксперт: если Классификатором отобрано несколько вариантов структуры, для каждого из них производится

имитация очередного такта моделирования, результаты сохраняются как временные данные (версии расчета). Эти результаты анализируются экспертом, отбирается окончательный вариант, его характеристики переписываются в базы хранения постоянных данных. В принципе, алгоритм Экстраполятора в ситуационной СППР также может быть автоматизирован, например, на базе разработанной оболочки экспертной системы [6], но этот вопрос требует самостоятельного рассмотрения.

Предложенный подход к моделированию состояния пространственных объектов позволяет естественным образом поддерживать современный сценарный метод поддержки принятия решений. Для этого с помощью встроенных в ситуационную СППР средств формируются ряды исходных данных для расчетов на будущие интервалы времени и производится моделирование состояния объекта для этих интервалов. Имеется возможность отдельно исследовать каждый из описанных в КМ вариантов структуры объекта, помечая соответствующий ему фрагмент концептуальной модели [5] и открывая Анализатор ситуации. Предусмотрена возможность отказа от любого последнего интервала времени с целью исследования альтернативной траектории объекта.

Первостепенной задачей регионального управления является обеспечение устойчивого существования территории. Устойчивой считается открытая система, которая находится в состоянии динамического равновесия. При построении КМ города, как объекта

управления, можно выделить следующие подсистемы: демографическая; экологическая; экономическая; инфраструктура; жилье; земельные ресурсы; управления городом [1]. Применительно к построению КМ урбанизированных территорий как объектов управления можно добавить в представленный перечень совокупность всех населенных пунктов, межрегиональные телекоммуникационные каналы, объекты историко-культурного наследия (туристические маршруты). Все названные подсистемы имеют развитые взаимосвязи, которые должны быть учтены на соответствующих уровнях КМ региона. Наиболее формализованной, а следовательно, и наиболее пригодной для оснащения ее автоматизированной СППР, является подсистема межрегиональной телекоммуникационной инфраструктуры.

Определение граничных параметров устойчивого состояния региональной инфраструктуры при изменяющихся условиях эксплуатации или возникновении чрезвычайных ситуаций, оперативная выработка обоснованных управляющих воздействий на основе анализа некоторого множества возможных сценариев решения возникающих проблем может быть осуществлено только с использованием методов моделирования и проведения ВЭ. Предложенный в работе вариант построения ситуационной СППР территориального управления на основе адаптации механизма комплексного использования технологии концептуального моделирования и геинформационных технологий является одним из путей решения рассмотренной проблемы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Вайнштейн Е. А., Путилов В. А., Пушилин В. В.* Концептуальные основы динамического моделирования устойчивого развития городов Севера России // Системы информационной поддержки регионального развития. Апатиты, 1998. С. 6–16.
2. *Матвеев П. И., Олейник А. Г., Фридман А. Я.* Ситуационные СППР муниципального управления. Электронный ресурс. URL: http://ocic.obninsk.org/konfer/99/doc99_12.html
3. Муниципальные геоинформационные системы: материалы конференции МГИС-96, Обнинск 29–4 февраля 1996. Обнинск: ОГИЦ. 72 с.
4. Муниципальные геоинформационные системы: материалы конференции МГИС-98, Обнинск 26–30 января 1998. Обнинск: ОГИЦ. 122 с.

5. Олейник А. Г., Олейник О. В., Фридман А. Я. Иерархические концептуальные модели в исследованиях нестационарных пространственных объектов // Интеллектуальные инструментальные средства вычислительного эксперимента. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997. С. 6–16.
6. Олейник А. Г., Смагин А. В. Инструментальные средства предварительного анализа сценариев // Системы информационной поддержки регионального развития. Апатиты: КНЦ РАН, 1998. С. 74–79.
7. Поспелов Д. А. Ситуационное управление: теория и практика. М: Наука, 1986. 288 с.
8. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 320 с.
9. Фридман А. Я. Ситуационный подход к моделированию состояния пространственного объекта // Системы информационной поддержки регионального развития. Апатиты: КНЦ РАН, 1998. С. 45–49.
10. Хаксхольд В. Е. Введение в городские географические информационные системы / пер. с англ. М.: Изд-во АГИТ. 1996, 325 с.

REFERENCES

1. Vaynshteyn E. A., Putilov V. A., Pushilin V. V. Kontseptual'nye osnovy dinamicheskogo modelirovaniya ustoychivogo razvitiya gorodov Severa Rossii // Sistemy informatsionnoy podderzhki regional'nogo razvitiya. Apatity, 1998. S. 6–16.
2. Matveyev P. I., Oleynik A. G., Fridman A. Ya. Situatsionnye SPPR munitsipal'nogo upravleniya. Elektronnyy resurs. URL: http://ocic.obninsk.org/konfer/99/doc99_12.html
3. Munitsipal'nye geoinformatsionnye sistemy: materialy konferentsii MGIS-96, Obninsk 29–4 fevral' 1996. Obninsk: OGITs. 72 s.
4. Munitsipal'nye geoinformatsionnye sistemy: materialy konferentsii MGIS-98, Obninsk 26–30 yanvar' 1998. Obninsk: OGITs. 122 s.
5. Oleynik A. G., Oleynik O. V., Fridman A. Ya. Iyerarkhicheskiye kontseptual'nye modeli v issledovaniyakh nestatsionarnykh prostranstvennykh ob'yektov // Intellektual'nye instrumental'nye sredstva vychislitel'nogo eksperimenta. Apatity: Izd-vo KNTs RAN, 1997. S. 6–16.
6. Oleynik A. G., Smagin A. V. Instrumental'nye sredstva predvaritel'nogo analiza stseneriyev // Sistemy informatsionnoy podderzhki regional'nogo razvitiya. Apatity: KNTs RAN, 1998. S. 74–79.
7. Pospelov D. A. Situatsionnoye upravleniye: teoriya i praktika. M: Nauka, 1986. 288 s.
8. Saati T. Prinyatiye resheniy. Metod analiza iyerarkhiy. M.: Radio i svyaz', 1993. 320 s.
9. Fridman A. Ya. Situatsionny podkhod k modelirovaniyu sostoyaniya prostranstvennogo ob'yekta // Sistemy informatsionnoy podderzhki regional'nogo razvitiya. Apatity: KNTs RAN, 1998. S. 45–49.
10. Khakskhol'd V. E. Vvedeniye v gorodskkiye geograficheskkiye informatsionnye sistemy / per. s angl. M.: Izd-vo AGIT. 1996, 325 s.