

Во втором разделе приведены интеллектуальные операции. В будущем мы надеемся разработать алгебру и логику пирамидальных структур с использованием этих операций. А далее можно говорить и об исчислении пирамид. Но, это уже формальный этап исследований.

1. Валькман Ю. Р. О целостности образа: доформальное исследование // Сборник научных трудов Междунар. конференции "Знания-диалог-решение" (KDS-2010) Киев, 2010.
2. Валькман Ю.Р. Структура образа: доформальное исследование. // Сборник трудов XI Междунар. конференции «Искусственный интеллект (КИИ-2010)», Россия, Тверь, 2010.
3. Валькман Ю.Р. О структуре образа: доформальное исследование // Труды X-й Международ. конференции "Интеллектуальный анализ информации ИАИ-2010", Киев, 2010.
4. Якиманская И. С. Основные направления исследований образного мышления. // Вопросы психологии, 1985, № 5.
5. Роуз С. Устройство памяти - от молекул к сознанию. – Москва: Мир, 1995.
6. Шадриков В.Д. Интеллектуальные операции. - М.: Логос, 2006, 108 с.
7. Гиптенрейтер Ю.Б., Спиридонов В.Ф., Фаликман М.В., Петухов В.В. "Психология мышления". // М.: АСТ: Астрель, 2008.
8. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. Питер, 1999.
9. Гладун В.П. Планирование решений. Изд. «Наукова думка», Киев, 1987
10. Загоруйко Н.Г., Налетов А.М. Гребенкин И.М. На пути к автоматическому построению онтологии. //Труды конференции Диалог-2003. С.717-723.
11. Белов Ю. А., Рабинович З. Л. Память человека и мышление - образное и символическое. Концептуальное модельное представление. // Доклады Академии Наук, Москва: Наука, 2009, том 427, № 6.
12. Хокис Д., Блейкли С. Об интеллекте. Москва: Изд. Дом. Вильямс, 2007.

*Поступила 14.03.2011г.*

УДК: 004.94+ 711.4 +502.3+502:71

О.Ю.Дембовский, н.с., Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украины

### **ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ И ПРОТОТИПА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ПЛАНИРОВАНИИ СБАЛАНСИРОВАННОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДОВ**

*Abstract.* The problem of decision support system for planning of sustainable urban development is considered. The necessity of development the decision support system is grounded. The model and prototype of the system are described.

**Введение.** В статье рассматривается проблема построения системы поддержки принятия решений в планировании сбалансированного развития городов. Обоснована необходимость разработки информационной системы поддержки решений. Дано описание модели и прототипа системы.

*Объектом* исследования является проблема поддержки принятия решений (ППР) в планировании устойчивого (сбалансированного) развития городов. Принципы устойчивого развития в их наиболее общем виде (ООН, 1992, доклад комиссии Г.Х. Брунтланд) требуют сбалансированности целей развития на основе учета потребностей будущих поколений человечества, что впервые очередь относится и к развитию населенных мест. Уже на теоретическом уровне рассмотрения в приложении к современному городу поддержка принятия решений по его устойчивому развитию представляет собой важную научную проблему. Практика современного планирования развития городов требует научно обоснованной системной методологии и адекватных сложности проблемы *современных информационных систем*. *Предметом* исследования является задача построения информационной системы (ИС), назначение которой - поддержка соответствующих решений по планированию. Важным является использование уже имеющихся в мире технологий, опыта и знаний для создания общей методологии разработки систем на базе общедоступных компьютерных приложений и данных, свободного программного обеспечения, что, как правило, снижает общую стоимости разработки и владения системой поддержки решений для соответствующих служб планирования городов.

Большое количество зарубежных исследований теоретического и прикладного характера, принимаемые программные документы по теме в целом и отдельным ее аспектам подтверждают ее актуальность. Большинство публикаций отражают точку зрения прикладного моделирования городов и геоинформатики; аспект планирования, особенно стратегического, пока еще не получил достаточного развития (общее современное представление по теме дают работы, опубликованные в [1] и [2]).

Анализ последних достижений в создании ИС ППР в рассматриваемой области показывает наличие нескольких различных подходов. С одной стороны, условно можно выделить *модельно-ориентированный* (model-driven), *знаниеориентированный* (knowledge-driven) и *гибридный* подходы. В первом случае основой ИС ППР является реализованная в соответствующем программном приложении числовая модель объекта. Среди примеров таких моделей можно привести ряд изученных автором моделей землепользования - передвижений (Delta, Tranus, TRESIS), а также различные модели изменения землепользования (SLEUTH, Uplan, LEAM, INDEX, UrbanSim), которые по мнению их разработчиков обладают необходимой функциональностью для задач поддержки принятия решений. Система WhatIf?, основанная на правилах-прецедентах, формально может быть отнесена к *знаниеориентированным*. Базирующаяся на онтологии предметной области система Urban Concept Modeller [3] по сути уже ближе к

системам автоматизированного проектирования (САПР), и не моделирует поведения городской среды. *Гибридные* системы включают как модельную, так и знаниеориентированную компоненту (например, в работе [4] онтологический подход к проблеме построения СППР сочетается с использованием базовой модели LEAM). Ограниченный объем статьи не позволяет привести подробный анализ указанных и других известных программных продуктов, и основное внимание в ней уделено видению модели системы ППР, и практическим аспектам ее реализации на уровне операционного прототипа.

Поскольку ИС ППР, имеющая дело с пространственными данными, требует наличия геоинформационной составляющей, многие исследователи определяют ее как *пространственную систему поддержки решений* (СПР, англ. „spatial decision support system”, SDSS). Кроме того, ряд авторов явно вводит понятие *системы поддержки планирования* (территорий городов, регионов), подчеркивая таким образом функциональное назначение системы [2, 4, 5].

Кроме компоненты, реализующей пространственную функциональность ГИС (геоинформационных систем), используются и другие необходимые модули. В зависимости от различной степени интеграции всех компонент в единое целое различаются *тесно связанные* и *слабо связанные* компьютерные системы. Степень возможной интеграции важно оценивать уже при рассмотрении общей архитектуры и на ранних стадиях проектирования, с учетом взаимодействия между разнородными модулями и типами информации в системе. Она сильно влияет как на общую стоимость разработки, так и на трудоемкость доработки и модификации системы в целом и ее компонент, возможности ее развития.

**1. Задачи, требующие решения при построении ИС ППР в планировании развития городов.** На базе проведенного в предыдущих работах анализа проблем ППР в планировании развития городов [6, 7] автором были предварительно определены основные научно-теоретических и практических задачи, требующих решения при построении ИС ППР [8]. Их описание изложено ниже.

1.1. *Разработка качественных и количественных процедур релевантного анализа стратегических проблем* (с учетом наличных и возможных ресурсов данных и знаний), является сложной задачей, которая на нынешнем этапе требует дополнительных исследований. Основой качественных процедур могут служить хорошо известные из бизнеса и организационного менеджмента PEST и SWOT-анализ. Количественный анализ может разрабатываться, по нашему мнению, на базе измеримых данных статистики и предварительных моделей эконометрического типа, а также путем привлечения специалистов различных сфер, имеющих отношение к проблемам развития города и междисциплинарной системной экспертизы. Это в свою очередь содействует уточнению и более ясному описания решаемых проблем, для чего необходимы также широкие

знаниеориентированные исследования стратегических городских проблем с их последующей инвентаризацией, концептуализацией факторов влияния и действующих лиц, первичного выявления причинно-следственных связей. Также необходимы выявление зависимостей между ключевыми факторами, характеризующими проблему, целевыми значениями параметрами объекта и мерами планирования (программами действий). По своей сути и сложности эта задача выходит за рамки собственно создания ИС, хотя в перспективе возможна соответствующая разработка новых или использование существующих программных компонент, интегрируемых в рассматриваемую ИС ППР.

1.2. Построение методологии стратегического предвидения вариантов развития города, с учетом адекватной природе объекта управления типологии будущего с целью формирования пространства решений включает формулирование ясных количественных стратегических целей развития, которое часто является весьма слабым местом в деятельности лиц, принимающих решения (ЛПР). Установка целей, не согласованное с реальностью на системном уровне и не учитывающее цели и интересы других действующих лиц (акторов и бенефициариев), ведет к потенциальным конфликтам и, как следствие, к риску недостижения этих целей.

1.3. Возможность генерирования «поля альтернатив» непространственных сценарных программ действий и политик (пространственные сценарии мы рассматриваем отдельно) зависит от общего кругозора ЛПР и консультантов, правых аспектов (легальности) действий и априорной оценки достижимости целей и необходимых для этого условий.

Наличие «мягких» или «жестких» (слабо или сильно детерминированных) с правовой и экономической точки зрения условия пространственного развития прямо влияет на общую схему генерирования видения будущего и на процессы поддержки принятия решений по его планированию. Автор придерживается распространенной точки зрения, согласно которой пространственная структура города имеет достаточно жесткое влияние на остальные подсистемы и параметры, и большую, чем они, степень инерции. Соответственно, ЛПР или компетентный орган управления должен иметь возможность директивно задавать «правила игры» по использованию территорий. При этом условии сначала генерируются варианты *пространственные стратегии* в использовании территорий (формируется пространство возможных вариантов развития, предложенный автором метод см. в [9]), после чего отсекаются заведомо неприемлемые альтернативы. Далее на базе стратегического анализа устанавливаются цели верхнего уровня (отсечение пространственных вариантов тут также теоретически возможно), после чего генерируются программы непространственных действий (с отсечением заведомо невыполнимых вариантов), и после неоднократного «прогона» таких процедур проявляются более узкие обобщенные сценарии. Условия отсечения определяются исходя

из логических, ресурсных, инфраструктурных и институциональных ограничений.

Программы действий и меры в их составе могут явно или неявно учитываться базовой моделью объекта (модели, в принципе неспособные учитывать субъективные внешние воздействия, не представляют прикладного интереса). В явном случае они или их воздействие могут быть выражены количественно, что позволяет моделировать их воздействие напрямую (вопрос лишь в уверенности относительно учета моделью всех потенциально важных следствий и эффектов). Иначе для количественного моделирования способов действий могут понадобиться дополнительные модели, и *модели внешних воздействий*, когда на стадии анализа установлено, что параметры моделируемого объекта находятся в тесной зависимости от внешних факторов. Кроме того, некоторые взаимосвязи могут быть оцениваемы лишь на качественном уровне или с высоким уровнем неопределенности.

Изложенные выше соображения являются серьезным аргументом в пользу создания знаниеориентированной компоненты ИС ППР в составе, декларативной базы знаний об объекте и базы знаний правил-прецедентов, фиксирующей основные причинно-следственные связи в объекте.

Следует отметить сложность практического использования продукций в силу невозможности на качественном уровне учета динамического аспекта сложной системы города, где причины и следствия многообразны и изменчивы во времени.

1.4. Определение вариантов сбалансированного развития, как показано, например в проекте PROPOLIS [10], возможно на базе оценки правдоподобных сценариев, которая производится на отобранных целевых критериях устойчивости; общепризнанной стала оценка, основанная на методе парных сравнений локальных критериев (метод анализа иерархий Т. Саати), известная из теории принятия решений. По нашему мнению, в указанном исследовательском проекте используется удачный набор индикаторов сбалансированного развития, хорошо обоснованный и описанный (он состоит из трех уже «классических» групп показателей – экономических, социальных и экологических, сумма весов которых равна 1).

**2. Структура модели ИС ППР.** Обобщенный анализ функциональности ИС ППР сбалансированного развития города позволяет выделить основные необходимые блоки - компоненты «идеальной» модели системы (рис. 1). В ее состав входят:

1) модуль хранения и первичной обработки данных (векторная цифровая модель территории с атрибутивными данными, факультативно: растровые карты и наборы непространственных данных), относящиеся к среде (объекту управления и его окружению), включая необходимые входные параметры;

2) банк функциональных и имитационных моделей прогнозного типа, включающий:

- базовую модель землепользования – передвижений, определяющую спрос на передвижения (могут быть отдельные модели);
- модель экологических загрязнений;



Рис.1. Примерная структура модели ИС ППР

- факультативно: модели внутренней подвижности населения, внутригородской и маятниковой миграции, прочие дополнительные модели, а также внешние модели и данные.

Модели, в которых определяются параметры базовой и дополнительных моделей, зависящие от внешних факторов, в отдельных случаях могут быть заменены экспертной поддержкой.

3) блок поддержки принятия решений, в котором обеспечивается анализ стратегических проблем, стратегическое предвидение вариантов развития города, определение ключевых показателей развития и объективного набора целевых критериев, оценка и выбор вариантов развития;

4) справочно-знаниеориентированная компонента, включающая информацию по работе системы, справочник-гlossарий по программам действий и мерам, справочную информацию по различным модельным компонентам и подготовке данных.

На уровне программной реализации структура ИС может иметь некоторые отличия в модулях и компонентах.

**3. Операционный прототип.** Разрабатываемый в настоящее время операционный прототип ИС для большого украинского города (250-500 тыс. чел, уровень областного центра) ориентирован на использование в большей мере свободных программных продуктов с неисключительной лицензией. Первое соображение связано с тем, что стоимость владения для коммерческих программных приложений достаточно высока, и при этом они не покрывают всей функциональности задач поддержки решений.

Во-вторых, акцент сделан на использование общедоступных данных. Исходя из этого, среди украинских городов в качестве прототипного объекта моделирования был выбран г. Луцк. Банк первичных данных прототипа содержит:

- бесплатные общедоступные растровые изображения (снимки Google, карты и картосхемы, необходимые для дополнения /корректировки имеющихся векторных данных и их актуализации в случае необходимости), схема нового генерального плана в невысоком разрешении, имеющаяся в свободном доступе в Интернет;

- отдельные векторные данные по использованию территории (застройка, кварталы и прочее), путям сообщения на базе бесплатных потребительских GPS карт (могут также использоваться карты OpenStreetMaps) из доступных источников или полученные путем оцифровки растровых изображений и карт. Искажения и неточности не столь важны при создании прототипа - в реальной ситуации будут использоваться официальные точные векторные карты, данные земельного, в перспективе - градостроительного кадастра и правового зонирования территории;

- атрибутивные данные по населению, недвижимости, экономике, данные статистики.

Для отображения, первичной подготовки, редактирования и корректировки пространственных и атрибутивных данных, а также оцифровки растров проведено тестирование функциональности различных бесплатных ГИС- продуктов; на его основе отобраны и используются бесплатные QUANTUM GIS, OpenJump, uDig, как наиболее удобные. Принципиально возможно также использование GRASS GIS, gvSIG, ILWIS, однако ни одна из систем не покрывает всей необходимой функциональности полностью (привязка и векторизация растров, редактирование топологии и атрибутов векторных объектов, сетей и т.д). Для редактирования атрибутивных данных (файлов) используются электронные таблицы Calc и приложение управления базами данных Base свободного пакета OpenOffice.

Базовая компьютерная расчетная модель землепользования-передвижений для города, использует классический четырехшаговый метод транспортных расчетов (спроса на передвижения). Она создается на базе бесплатного приложения TRANUS с открытым кодом и лицензией, позволяющими его модификацию и локализацию интерфейса. Графический

интерфейс написан на Delphi, расчетная часть с самого начала разрабатывалась на языке FORTRAN для производительности вычислений (существует версия для 64-разрядных процессоров).

Изучаются существующие компьютерные модели экологических загрязнений от стационарных источников и автотранспорта для включения в прототипную ИС.

Частично определены компоненты блока поддержки принятия решений:

- в задаче выбора вариантов протестировано использование бесплатного приложения SuperDecisions (могут использоваться и платные продукты типа ExpertChoice или иные, как основанные на методе анализа иерархий Т. Саати, так и на других методах оценки альтернатив - ELECTRE, NAIADE и. т.п.);

- для построения сценариев, стратегического анализа и предвидения, выработки программ действий и мер планируется использовать бесплатное семейство продуктов Strategic Foresight Software (описание см. в [11]);

- для первичного накопления и представления знаний тестируются возможности нескольких редакторов компьютерных онтологий (Towntology, HOZO Editor, Protégé и других).

Также уточняется набор необходимых графических интерфейсов пользователя для визуального представления информации, используемой для поддержки принятия решений.

**3. Выводы.** В результате проведенных исследований:

- а) определены задачи, создана модель и структура прототипа ИС ППР по планированию развития городов;

- б) подготовлены исходные данные для расчетной модели прототипа и проведены первые вычислительные эксперименты;

- в) обоснована возможность создания ИС ППР для поддержки планирования на базе свободного программного обеспечения и общедоступных данных.

1. Decision Support Systems in Urban Planning / *Timmermans, H. (ed.)*. – London: E & FN Spon, 1997. – 352 P.

2. Planning Support Systems in Practice / *Geertman S., Stillwell J.(eds.)*. – Berlin etc.: Springer, 2003. – 560 P.

3. *Schevers H., Drogemuller R.* Ontology Driven Concept Modeller for Urban Development/ Proc. International Conf. Ausweb-06. – Noosa Heads (Australia), 2006 (URL: <http://ausweb.scu.edu.au /aw06/papers/refereed/schevers/paper.html/schevers.pdf> (дата обращения - 24.03.2010)).

4. *Kaza N., Hopkins L.* Ontology for Land Development Decisions and Plans / *In Teller J, Roussey C., and Lee J.(eds)*. Ontologies for Urban Development. – Berlin: Springer-Verlag, 2007. – P. 47-59.

5. Planning Support Systems for Cities and Regions / *Brail R.(ed.)*. – Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2008. – 312 P.

6. *Дембовский О. Ю.* Поддержка принятия решений в управлении развитием города: общий анализ проблемы // 36. наук. праць. Інст. пробл. модел. в енергетиці. – К.: 2007. – Вип. 42. – с. 45-56.

7. Дембовський О. Ю. Планування розвитку урбанізованих територій: Аналітична структура і проблема прийняття рішень // Матеріали XI Міжнар. наук.-техн. конф. «Системний аналіз та інформаційні технології» (САІТ-2009). – НТУУ КПІ, ННК “ІПСА” НТУУ “КПІ”. – К.: ННК “ІПСА” НТУУ “КПІ”, 2009. – с. 484.
8. Дембовський О. Ю. Построение модели и прототипа системы поддержки принятия решений в планировании сбалансированного развития городов // Тез. Доп. X наук.-техн. конф. «Контроль і управління в складних системах» (КУСС-2010). – Вінниця: 2010. – с. 284.
9. Дембовський О. Ю. Исследование вариантов будущего пространственной подсистемы города // Матеріали 12-ї Міжнар. Наук.-техн. Конф. «Системний аналіз та інформаційні технології» (САІТ – 2010). – ННК “ІПСА” НТУУ “КПІ”. – К.: ННК “ІПСА” НТУУ “КПІ”, 2010. – с. 74.
10. PROPOLIS: Planning and Research of Policies for Transport for Increasing Urban Sustainability: Final Report (2nd Ed.) / WSP LT Consultants. – Contract No: EVK4-1999-00005. – Helsinki: 2004 – P. (URL: [http://www.wspgroup.fi/lt/propolis/The\\_PROPOLIS\\_approach.pdf](http://www.wspgroup.fi/lt/propolis/The_PROPOLIS_approach.pdf) (дата обращения - 27.05.2009))
11. Godet M., Durance Ph., Gerber A. Strategic Foresight: La Prospective. Use and Misuse of Scenario Building, (URL: <http://www.cnam.fr/lipsor/UserFiles/File/SR10vEng.pdf> (дата обращения - 18.05.2010))

*Поступила 7.03.2011р.*

УДК 004.3

Н.С. Фролова, Національний авіаційний університет, Київ  
Д.О. Гулак, Національний авіаційний університет, Київ

## **АНАЛІЗ СУЧАСНИХ АРХІТЕКТУР ПРОЦЕСОРІВ**

The main trends in modern processor architectures based product developer Intel are analyzed. The technological solutions for improving processor performance according to the strategy Intel in the development of semiconductor technology is considered.

**Вступ.** Вимоги, що висувають користувачі, мають тенденцію до підвищення функціональності, збільшення швидкості робочих станцій та зниження витрат на них. Тому розробка нових архітектурних рішень, що дозволять випускати системи з більш високою продуктивністю і розширеним набором функцій залишається актуальною проблемою.

Обчислювальна потужність комп'ютера залежить від усіх складових компонентів, але головним чином, визначається характеристиками центрального процесора. Прагнення наділити процесори додатковою продуктивністю призвело до того, що їхні виробники на основі поточних технологій виробництва намагаються забезпечити розумний баланс між