

## Визуальная аналитика электронного правительства для стратегического и территориального планирования



**РАЙКОВ Александр Николаевич**

*Доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Института проблем управления РАН*

### Аннотация

В развитии электронного правительства все более весомая роль отводится интеллектуальным технологиям и средствам визуализации. Так, при стратегическом и территориальном планировании они позволяют одновременно и целостно представить проблемную ситуацию. Развитие этих средств нашло свое воплощение в исследовании феноменов ситуационной осведомленности, конвергентного управления, верификации когнитивных моделей на Больших Данных. В настоящей работе акцентируется учет эмоционального и трансцендентального слоев сознания при принятии решений.

### Ключевые слова:

**верификация когнитивных моделей, визуальная аналитика, конвергентное управление, ситуационная осведомленность, стратегическое и территориальное планирование, трансцендентность, эмоции.**

Возможностями средств визуализации и их использования при анализе проблем и ситуаций, связанных с пространственным расположением объектов, сейчас трудно удивить. Ведь еще в 1854 г. для иллюстрации взаимосвязи между географией случаев смерти от холеры и местоположением водяной колонки, которая, как подозревалось, являлась источником смертоносной бактерии во время эпидемии холеры в Лондоне в 1840 г., использовалась карта города викторианской эпохи [1].

Сейчас создание документов стратегического и территориального планирования, компьютерная и когнитивная графика; визуализация результатов бизнес-аналитики (BI) и анализа Больших Данных; решение сложных математических задач, расшифровка кодов; географические информационные системы (ГИС); 3D- (пространство), 4D- (время) и 5D- (деньги) моделирование; эмуляция многомерной графики, обычные и голографические презентации — вот отнюдь не полный список областей применения визуальной аналитики.

Особый вклад в развитие теории и практики визуальной аналитики сделал профессор С. В. Клименко, положив начало глубокому и комплексному исследованию феноменов ситуационной осведомленности, виртуального сотрудничества, электронных совещаний и анализа Больших Данных, в том числе для решения вопросов территориального планирования [2, 3, 4].

Визуальная аналитика, как утверждается во многих публикациях, активизирует подключение эмоционального и бессознательно у участников принятия индивидуальных и коллективных решений. Используется даже метафора, что визуализация лучше воздействует на правое (творческое) полушарие мозга, в отличие от знаковой логической конструкции, которая лучше активизирует левое полушарие. Правда, есть подозрение, что не только благодаря мозгу человек обладает

способностями творческого мышления и принятия решений; эта идея зародилась задолго до создания средств компьютеризации и искусственного интеллекта.

Вместе с тем сформировавшаяся традиционная парадигма визуальной аналитики носит, с точки зрения принятия решений, преимущественно регистрационный, информационно-справочный, иллюстрационно-поддерживающий характер. Участники принятия решений обеспечиваются статичными или меняющимися во времени изображениями, картами, графиками и пр. При этом изображения обычно представляют собой результат сюръекции информации, хранящейся в базе данных, на пространство визуализации. То есть идет визуальное информирование, визуальный образ логично выводит дериватив от имеющихся данных, получаемых либо в результате поиска информации в базах данных, либо в результате компьютерного моделирования.

В то же время, как показала практика создания систем поддержки решений, от таких систем пользователь ждет проактивности, оригинальности, нестандартности, устойчивой сходимости решений [5]. Искомые решения и их формулировка обычно лежат за рамками традиционной логики, в ином от задаваемой ограничениями исходной информации пространстве. Человек (руководитель, сотрудник) зачастую принимает нелогичные, но правильные и эффективные решения. Поэтому встает вопрос о выходе за рамки традиционных приемов использования средств визуализации как отображения и аналоговой интерполяции имеющихся данных. Особое место в этом контексте занимает тема ситуационной осведомленности и виртуального сотрудничества.

Ситуационная осведомленность. Основная идея использования феномена ситуационной осведомленности — достижение полноты описания проблемной ситуации и одномоментности представления многоаспектной и объемной информации о ситуации в ее статичном и динамичном выражении, особенно для чрезвычайных случаев с помощью средств визуализации, вербализации, голоса и других медиа возможностей. Здесь существенны аспекты реального



Рис. 1.

Аспекты и дисциплины феномена ситуационной осведомленности

времени и корректной интерференции различных атрибутов представления информации, в том числе неявной, об управляемом объекте, благодаря чему обеспечивается слаженность действий различных групп людей, что особенно важно в экстремальных ситуациях — в случае катастроф, аварий, наводнений и т.п.

В настоящее время разнообразные компоненты темы ситуационной осведомленности можно проиллюстрировать рисунком 1, позиции которого отражают составные элементы предмета, комплексный охват которых может дать должный эффект.

На рисунке 1 слева внизу (граф на мониторе и затемненный блок) показан сравнительно новый результат в развитии средств и методов ситуационной осведомленности, а именно, встраивание средств когнитивного моделирования и решения обратных задач с применением генетических алгоритмов на когнитивном графе [3]. Рассмотрим дальнейшее развитие этой темы за счет погружения в аспекты эмоционального и трансцендентального процессов поддержки принятия решений с применением географических информационных систем.

**Географические информационные системы.** Географические информационные системы — незаменимое средство для стратегического и территориального планирования, анализа окружающей среды, регламентации обслуживания объектов, управления в чрезвычайных ситуациях, обеспечения безопасности охраны зданий и сооружений, использования и оптимизации пространства жизнедеятельности, а также в градостроительстве, управлении недвижимостью, виртуализации сетевого сотрудничества, туристической деятельности [6].

ГИС дают возможность увидеть, понять, найти, интерпретировать и наглядно показать данные множеством способов, позволяют выявить взаимосвязи, образы и тенденции в виде карт, отчетов и графиков. Ранее ГИС в основном применяли при оценке воздействия здания на природу, а сейчас, скорее, наоборот. Использование информационных моделей зданий (ВМ) совместно с ГИС помогает увидеть объемное изображение здания в целом, в контексте пространства города, региона.

Следует отметить, что уже первая компьютеризация ГИС была связана с аналитикой. Это, скорее всего, произошло в 1960-е годы [7], когда была сделана попытка автоматизировать процесс ландшафтного планирования, включая разделение факторов на различные слои — гидрографию, растительность, почву и владения. До этого каждый слой наносился на отдельный лист кальки и затем физически совмещался наложением страниц для визуализации дизайна, принятия градостроительных решений.

Сейчас развитие аналитических возможностей ГИС и средств визуализации идет в различных направлениях. Так, для работы с геопространственными данными может использоваться так называемая парадигма неогеографии [4]. Этот термин подразумевает отказ от привычного представления геопространственной информации, замену его новыми принципами:

- применение географических, а не картографических систем координат;

- стереоскопическое представление, имеющее явные преимущества при визуализации пространственных объектов и многомерных данных;
- применение растрового, а не векторного представления географической информации в качестве основного;
- использование открытых гипертекстовых форматов представления геоданных.

В настоящее время ГИС обеспечивает бесшовное масштабирование при переходе от глобальных данных очень крупного масштаба к очень мелким локальным. ГИС поддерживает топологически сложные модели данных, такие как геометрические инженерные сети и транспортные сети. Возможности традиционных ГИС позволяют анализировать:

- взаимосвязи между распределением мест под офисы и парковки;
- конфликты при эксплуатации и использовании объектов;
- картины распределения нарядов на работу и расположения активов;
- использование пространства, наличие свободного пространства в масштабе муниципального образования или региона;
- воздействие предлагаемых изменений использования объекта недвижимости на поддерживающую инфраструктуру коммунальных услуг;
- видимость «по линии взгляда» для специальных событий и др.

Как можно заметить, здесь попытка обеспечить адекватность результатов визуализации исходным данным также имеет место, что ограничивает возможности визуальной аналитики для принятия и формулирования нестандартных, нелогичных решений, выходящих за рамки имеющейся информации.

**Решения лежат на периферии.** Что нужно для решения стратегической социально-экономической проблемы? Казалось бы, все просто: сначала надо провести ее стратегический анализ, а потом синтезировать решение. Методов для этого много, например, в работе [8] представлено 50 моделей стратегического мышления. В порядке информирования можно показывать многомерные карты, пространственные изображения. Вместе с тем проблемы возникают уже на первых шагах. Как показывает теория и практика стратегического анализа проблем [9], зачастую приходится как бы расщеплять проблему на очень большое число (вплоть до нескольких десятков тысяч) компонентов, а затем представлять результат в матричном виде, где каждому компоненту отводится отдельная ячейка. По каждому компоненту проводятся специальные, например, экспертные [9], оценочные или расчетные процедуры. Процесс анализа носит, как правило, творческий и дивергентный (расходящийся) характер. Синтез же решения должен носить сходящийся (конвергентный) характер. Он осуществляется путем соответствующей сборки проанализированных частей в единое целое, представляющее собой окончательное решение. Причем в идеале синтез

должен осуществляться почти мгновенно. Такой двухшаговый процесс проиллюстрирован на рисунке 2.



Рис.2.

Анализ и синтез решения

При расщеплении проблемы и синтезе решения целесообразно использовать средства визуализации. Так, визуализация городского пространства, в том числе с подключением имитационного моделирования, помогает повысить качество жизни горожан за счет оптимизации распределения по территории детских садов или магазинов, правильной установки автономного отопления и пр.

Вместе с тем исходные данные и полученная на их основе визуализация могут сыграть фрустрирующую роль в процессе принятия решений. Вот пример. Идея создания для северных районов страны «города под куполом», если она заранее не была заложена в исходные данные для визуализации и моделирования, сама по себе в компьютере не созреет. Она может родиться только в голове осведомленного человека, который знает, или, по крайней мере, чувствует, что он ищет, или она может содержаться в каких-то базах данных, до которых сам компьютер добраться «не додумается». Получается, что идея возникает, скорее, не благодаря, а вопреки визуализации. Современные средства анализа Больших Данных мало помогают, когда необходимо найти нестандартное решение, поскольку сравнительно низкие показатели точности или полноты поиска информации требуют от человека изучения чрезвычайно большого объема предоставленной ему информации, что может занять недопустимо много времени.

Вот еще пример. По всей видимости, синтез оптимального градостроительного плана под априори разработанную стратегию развития города, в котором преуспевает научно-производственный комплекс, а на ремонт дорог и домов денег нет, визуализация вряд ли поможет. Здесь нужны нестандартные решения по управлению активами предприятий и инфраструктурой города, реализации налоговой и инвестиционной политики. А это решения, которые совсем непросто извлечь из территориального плана, — они лежат в ином пространстве, пространстве финансовой аналитики.

Денежный аспект можно представить в виде справки или схемы бюджетирования на мониторе, однако синтезировать нестандартную идею

эффективного управления активами при том или ином сценарии территориального планирования с помощью пространственной визуализации на компьютере сейчас практически невозможно. То есть решение обычно лежит за рамками того пространства, которое представляется с помощью средств визуализации. Традиционный подход к поддержке принятия решений с помощью средств визуализации, с одной стороны, расширяет логику решений за счет активизации эмоциональных состояний сознания, но, с другой — может ограничить пространство, необходимое для синтеза нестандартной идеи, достижения группового инсайта [10], когда сознание активизируется не столько благодаря визуальному образу, сколько в силу трансцендентного состояния ума, коллективного сознания и бессознательного.

**Решения носят в том числе и трансцендентный характер.** Вербальная и визуальная информация, служащая справочной базой процесса принятия решений, может быть интерпретирована отдельными пространствами с заданными метриками (расстояния между объектами, длина пути, высота дома и пр.). Наличие такой информации является необходимым, но недостаточным условием.

Руководитель и его команда, чьи решения зачастую являются политическими, обычно оперируют наряду с цифрами также понятиями, для оценки и измерения которых далеко не всегда удается построить метрику. Этому феномену можно условно сопоставить некое неклассическое (пока не очень понятна его природа) пространство. В этом условном пространстве спонтанно рождаются мысли, эмоции, царит трансцендентное состояние ума. Любое вмешательство в процесс принятия решений, осуществление оценочных действий, способно привести к непредсказуемому поведению и действиям. Например, возможны генетическое отвержение предложенного или навязанного решения, эмоциональный срыв или, наоборот, подъем. Результатом может стать коллективный инсайт. Это пространство принципиально неформализуемо, поэтому математическая оптимизация в традиционном понимании здесь неприменима.

Решение задачи в этом случае связано с использованием когнитивного моделирования и конвергентного управления [5]. Когнитивное моделирование позволяет представить любую проблему в виде совокупности понятий (факторов) и их взаимовлияний. В пространстве когнитивного моделирования могут решаться как прямые, так и обратные задачи. При этом обеспечивается устойчивая сходимость (конвергентность) процессов решений. С помощью когнитивного моделирования происходит и творческий синтез, и неформализованное формулирование решения. При этом установить строгие морфизмы между исходными данными, на основе которых сформулировано решение, и самим текстом решения не всегда представляется возможным.

Таким образом, можно выделить три различных пространства, которые участвуют в принятии решений (рис. 3):

- пространство исходных данных в виде карты, текста и др.;
- пространство когнитивного моделирования на основе понятий, метрик и др.;



Рис.3. Три пространства для принятия стратегического решения (на примере наукограда Фрязино)

- собственно «пространство сознания» команды.  
«Пространство сознания» взято в кавычки, поскольку оно принципиально не интерпретируется какой-либо математической конструкцией. Если для интерпретации первых двух из перечисленных пространств могут быть использованы, например, гильбертовы или гамильтоновы пространства, то «пространство сознания» пока не имеет и, скорее всего, не должно иметь адекватной репрезентации, поскольку оно трансцендентно. Пространства когнитивного моделирования и многомерной визуализации при принятии территориально обусловленных решений могут быть наложены друг на друга (рис. 4).



Рис.4. Наложение пространств когнитивного моделирования и многомерной визуализации

Таким образом, необходимо констатировать принципиальную разнохарактерность пространств в рассмотренной триаде. Здесь отсутствует возможность построения адекватных формализуемых морфизмов, которые позволяют установить строгую взаимосвязь пространства коллективного сознания и двух других пространств. Выходом из такого положения может явиться использование подхода с решением обратных задач на когнитивных графах, когда на процесс моделирования непосредственно влияет лицо, принимающее решение (руководитель, команда), путем внесения качественной информации. На практике это может выглядеть следующим образом.

Под имеющуюся проблему на фоне пространственного образа территории строится когнитивная модель [4, 5]. На этой модели решается обратная задача с применением генетического алгоритма. В результате система может выдавать различные результаты решения по возможному управленческому воздействию на ситуацию, причем все эти решения ведут к достижению одной и той же цели. Окончательное решение остается за человеком.

**Поиск оригинального решения.** Итак, нужное решение иногда лежит вне вербального и визуального пространства, вне логики: человек зачастую принимает правильные решения как бы беспричинно. Решение приходит в обсуждаемое пространство извне. Это можно назвать поддержкой решения из бессознательно-го, трансцендентального, медитативного пространства, или просто из Вселенной. Такую декомпозицию можно проиллюстрировать рисунком 5. На этом рисунке отражено четыре слоя сознания: слова, мысли, чувства, трансцендентность (медитации). Они придуманы не сейчас, а подсказаны восточной философией. Потом это деление, по-видимому, было подхвачено, но не названо философами феноменологического направления и психологами.

Верхний слой — это знаки, слова, схемы, графики, то есть, все то, что обеспечивает коммуникацию и что можно заложить в компьютер. Второй слой — мысли. Их в компьютер уже не заложишь, если не закодировать их словами, но тогда это уже не мысли. Мысли приходят и уходят, их можно только запомнить. Записанная в тетрадь мысль — это уже первый слой, он для общения и компьютера. Третий слой — эмоции. Их тем более не положишь в компьютер, но можно передать словами, однако это уже не эмоции, а их сильная редукция.

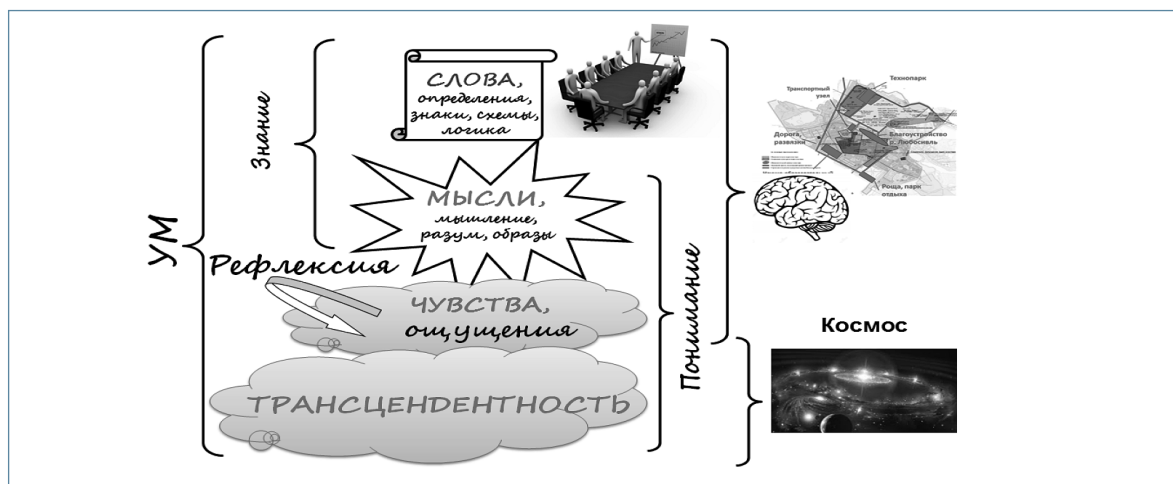


Рис.5. Уровни умственной деятельности при принятии решений



Четвертый слой ассоциируется со Вселенной. Однако любые попытки описания трансцендентного феномена оказываются безуспешными. Его трудно понять, хотя можно прочувствовать, если иметь навык погружения в медитацию. Трансцендентное предполагает выход за рамки парадигмы, в соответствии с которой человек мыслит с помощью мозга, нейронных структур, образов и пр. Здесь больше подходит слабая аналогия с резонансной системой, которая откликается на состояние и связана со всем внешним окружением, со Вселенной. Однако резонансная частота в этой системе нестандартная, это как бы одномоментная суперпозиция множеств частот. Человеческий мозг способствует созданию такой суперпозиции и энтелгмента (терминология позаимствована из квантовой области знаний).

Можно констатировать, что, скорее всего, визуальный образ в лучшем случае проникает до уровня мыслей и немного затрагивает уровень эмоций. Однако и слова, например, представленные в виде стихов, могут обладать таким же свойством. Но до уровня трансцендентного визуальные образы и слова, скорее всего, не доходят. Они могут служить «паролем», например, в виде сакральной мантры, для входа на этот уровень. Чтобы учитывать этот четвертый уровень в процессе принятия решений, необходимо использовать иные техники, математические и физические аналогии, например, методы квантовой семантики. Однако эта тема выходит за рамки темы настоящей статьи, и достойна отдельного рассмотрения (см., например, [11]).

**Логический поиск неявного знания.** На пути к получению оригинального решения, выходящего за рамки пространства моделирования, включая когнитивное, могут применяться и стандартные приемы. Так, результат построения когнитивной модели на картографическом фоне можно верифицировать, то есть провести его оценку с применением методов анализа Больших Данных, поскольку где-то в мировой паутине в любом случае находится подсказка (правда, она может быть представлена на незнакомом доселе языке), надо только до нее добраться. Это непросто, так как с помощью традиционной математической логики транзитивную цепочку связей к этой подсказке вряд ли удастся построить. Здесь может помочь визуализация в сочетании с вмешательством человека в процесс формирования искомого транзитивного замыкания.

Общая идея состоит в следующем. Сначала, что принципиально, командой строится когнитивная модель, отражающая решаемую проблему. Эта модель рассматривается как гипотеза представления проблемы. Затем проводится верификация когнитивной модели на основе анализа Больших Данных. Для этого в части проверки наличия связи между отдельными факторами за основу алгоритма следует взять предположение, что суждение/мнение команды о взаимовлиянии может быть обнаружено в массиве исходных данных. Анализ Больших Данных при верификации уже построенной когнитивной модели используется для:

- оценки полноты множества факторов по проблеме;
- поиска и оценки новых, неочевидных факторов;
- синтеза и адекватной визуализации факторов и взаимосвязей;
- выявления лагун взаимосвязей между факторами;

- оценки характера (со знаком + или -) взаимовлияния факторов. Исходными данными для анализа могут служить:
- тексты документов, статей, сообщений, книг;
- визуальные образы, карты, фотографии;
- результаты краудсорсинговых и экспертных процедур.

Основными источниками информации выступают тематические ресурсы сети Интернет (библиотеки, новостные порталы, форумы экспертных сообществ и др.). По результатам верификации когнитивная модель уточняется и с ее помощью в установленном порядке [5] принимается решение.

\* \* \*

Таким образом, если априори иметь в виду, что средства визуализации являются высокоэффективным и незаменимым инструментом при стратегическом и территориальном планировании, следует сформулировать следующие выводы [12]:

- в настоящее время эти средства преимущественно носят регистрационный, презентационный и информационно-справочный характер;
- с применением этих средств сейчас решаются в основном аналитические задачи, которые поддаются алгоритмизации и формализации;
- на принятие решений весомо влияют эмоциональные и трансцендентальные (медитативные) факторы, которые средствами визуализации не репрезентируются;
- чтобы повысить эффективность принятия решений, средства визуализации должны использоваться для верификации гипотез и когнитивных моделей решаемых проблем;
- требуется обеспечить необходимые условия устойчивой сходимости (конвергентности) процессов принятия решений в пространстве визуальной интерпретации с применением методов управляемого хаоса, квантовой семантики и решения обратных задач на когнитивных пространствах;
- средства визуальной аналитики играют все более весомую роль в развитии технологий электронного правительства как незаменимый инструмент повышения качества управленческих решений.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 15-29-07112 «Информационно-аналитическая система для принятия решений на основе сети распределенных ситуационных центров, обработки и анализа Больших Данных в облачных вычислительных средах с использованием гетерогенных вычислительных ресурсов».*

ЛИТЕРАТУРА

1. JOHNSON S. (2006). **John Snow's 1854 Broad Street Pump Outbreak Map**. [www.theghostmap.com](http://www.theghostmap.com) (дата обращения 18.10.2016).
2. KLIMENKO S.V. **Situational Awareness, Virtual Environment and Neogeography in Integrated Information System for Community Protection and Response** // Proc. 24th International Tsunami Symposium, July 14-16, 2009. Novosibirsk, Russia.
3. KLIMENKO S., RAIKOV A. **Virtual Brainstorming // Proceedings of The International Scientific-Practical Conference «Expert Community Organization in the Field of Education, Science and Technologies»**, September 26-27, 2013. Triest, Italy. P.181-185.
4. БОРИСОВ Т.Н., ЕРМАКОВ А.Н., КЛИМЕНКО А.С. И ДР. **Поддержка территориального планирования средствами неогеографии с учетом фактора чрезвычайных ситуаций** // Труды Международной конференции по физико-технической информатике СРТ2013, 12-19 мая, 2013. Ларнака, Республика Кипр. Протвино-Москва: Изд.ИФТИ, 2013. С. 38-45.
5. РАЙКОВ А.Н. **Конвергентное управление и поддержка решений**. М.: ИКАР, 2009.
6. **Географические информационные системы (ГИС) для административно-хозяйственного управления**. Houston, Texas, USA: IFMA Foundation, 2010.
7. **History of GIS Development**. [www.gisdevelopment.net/history/1960-1970.htm](http://www.gisdevelopment.net/history/1960-1970.htm)
8. КРОГЕРУС М., ЧЕПPEЛЕР Р. **Книга решений. 50 моделей стратегического мышления** / Пер. с англ. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2012.
9. GUBANOV D., KORGIN N., NOVIKOV D., RAIKOV A. **E-Expertise: Modern Collective Intelligence** // Springer. Series: Studies in Computational Intelligence. 2014. Vol. 558. XVIII.
10. RAIKOV A. **Convergent networked decision-making using group insights** // Complex & Intelligent Systems. December 2015. Vol. 1. Is. 1. P. 57-68.
11. RAIKOV A.N. **Holistic Discourse in the Network Cognitive Modeling** // Journal of Mathematics and System Science. 3 (2013) 519-530.
12. РАЙКОВ А.Н. **Ловушки для искусственного интеллекта** // Экономические стратегии. 2016. № 6. С. 172-179.