

## Технология визуализации данных как инструмент совершенствования процесса поддержки принятия решений

*А. А. Афанасьев*

*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** В статье рассмотрены технологические и психологические аспекты применения визуализации данных и особенности восприятия ЛПР информации в графической форме. Выявлены преимущества и недостатки представления информации в визуализированном виде. Подчеркивается актуальность визуальной грамотности как одной из базовых компетенций современного менеджера.

**Ключевые слова:** Визуализация, принятие решений, визуальная грамотность, восприятие информации

Применение средств визуализации в процессе принятия решений может ограничиваться функциональными особенностями используемого прикладного программного обеспечения, при этом в настоящее время все большую значимость начинают приобретать средства, обеспечивающие широкий спектр инструментальных возможностей визуального представления информации, в том числе и на основе технологий обработки данных на основе облачных вычислений [1]. Все большую актуальность подобные технологии приобретают для анализа, обработки и интерпретации информации, в том числе пространственной [2], в целях поддержки принятия решений на различных уровнях управления. Следует отметить значимость не только самой визуализации информации для процесса принятия решений, но и особенностей и характера результатов визуального представления. Хотя исследования методов повышения качества и эффективности подобного рода визуализации существуют достаточно продолжительное время, рекомендации по визуализации не всегда учитываются разработчиками при создании аналитических систем и информационных панелей, в связи с чем ЛПР приходится ограничиваться качеством имеющихся интегрированных

средств визуализации или в зависимости от ситуации применять другие специализированные средства визуального представления информации.

Основной задачей визуализации является обеспечение поддержки пользователя в процессе восприятия, понимания и осмысления информации и формирования новых знаний, а также обеспечение минимизации усилий по выполнению когнитивных задач в сравнении с текстовым представлением данных. Необходимо подчеркнуть, что тенденция к минимизации затрат энергии на поиск и обработку информации является естественной для человека, как отмечали в своих исследованиях П.Пиролли и С.Кард [3]. В свою очередь визуализация позволяет минимизировать затраты времени и энергии на восприятие и интерпретацию информации, снижая при этом информационную нагрузку. При этом визуализация информации позволяет представить подробно информацию в эстетичном и удобочитаемом формате. Согласно Б. Вюнше [4] процесс визуализации можно разделить на два этапа: кодирование информации посредством преобразования данных в визуальный формат путем применения различных визуальных атрибутов (форма, размер, расположение, цвет и др.) и декодирование информации, включающее преобразование визуальных атрибутов в ментальный образ мозгом реципиента, при этом происходит сопоставление шаблонов или паттернов полученных в процессе восприятия со знаниями, хранящимися в долговременной памяти реципиента, и последующая интерпретация изображения (рис. 1).

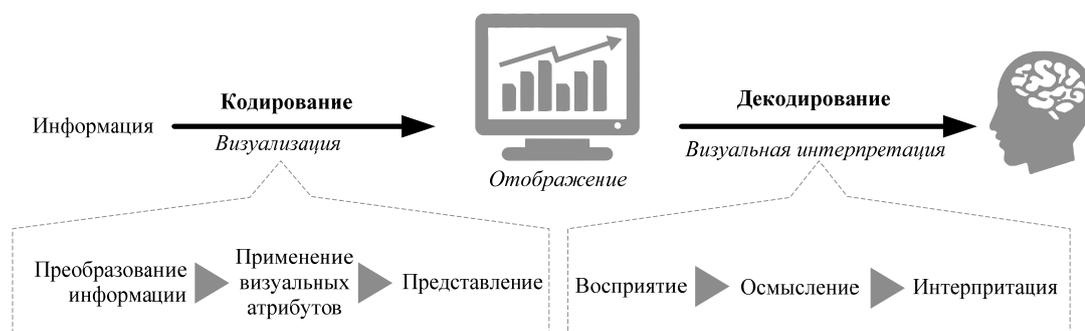


Рис. 1. — Процесс визуализации информации (составлено по Б. Вюнше [4])

Следует отметить, что за обработку визуальной информации отвечает существенная часть человеческого мозга в связи с чем зрение по степени восприятия превосходит другие органы чувств [5]. При рассмотрении визуальных изображений на дисплее компьютера или на других устройствах реципиент видит не просто группу отдельных, несвязанных точек, линий и других элементарных геометрических форм, он видит хорошо организованные группы объектов, формирующих более крупные образования. При этом подобную организацию и структуризацию объектов мозг человека производит мгновенно, не требуя от человека значительных усилий.

Психофизиологические особенности организации различных объектов в группы и их восприятия были рассмотрены в начале XX века в рамках гештальтпсихологии [6]. Под гештальтом понимается «пространственно-наглядная форма воспринимаемых предметов, чьи существенные свойства нельзя понять путём суммирования свойств их частей» [7]. В целом принципы гештальта позволяют понять каким образом и по каким причинам происходит подобная организация объектов в группы. Следует отметить, что в настоящее время продолжают исследования физиологических особенностей мозга относительно подобного восприятия объектов. На принципах гештальта в значительной степени основываются существующие исследования в области визуализации данных [8 – 9] при этом они были адаптированы и при рассмотрении особенностей проектирования информационных панелей и использования методов визуализации статистических данных [10 – 11].

Принципы гештальта позволяют понять особенности восприятия взаимосвязей (рис. 2). Так, например, воспринимаются вместе элементы, расположенные близко друг другу (принцип близости), схожие по размеру,

---

цветовой гамме или форме (принцип схожести), близкие во времени и пространстве (смежность) [6].

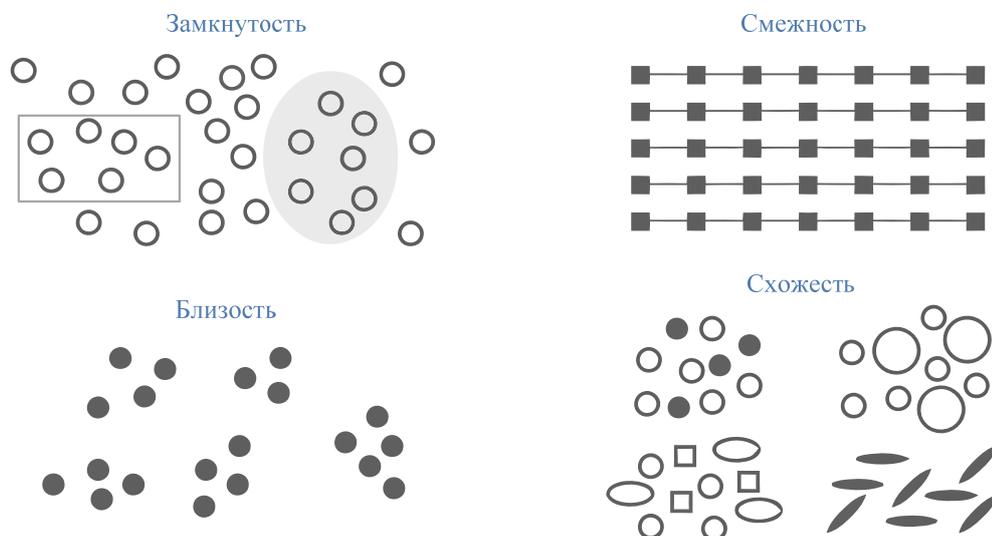


Рис. 2. — Пример некоторых особенностей восприятия: принципы гештальта (составлено по С. Фью [11])

Особый интерес также представляют исследования в области восприятия значений визуальных изображений. Согласно подходу К. Уэйра [9], адаптированного на основе Р.Пикета, Г.Гринштейна, Г.Левковица и С. Смита [12], при визуализации (кодировании) зачастую применяются атрибуты подпорогового внимания (бессознательное распознавание изображений на экране монитора со скоростью менее 200 мс до активизации произвольного внимания) (рис. 3).



Рис. 3. — Точность количественного восприятия некоторых атрибутов на уровне подпорогового внимания (составлено по С. Фью [11])

При этом С. Фью [11] отмечает, что естественная и универсальная интерпретация атрибутов в качестве количественных характерна только некоторым из атрибутов. В частности наблюдается более точное восприятие длины и двумерного расположения.

В целях точного определения конкретных величин необходимо включение числовых обозначений или текста в изображение, однако в отличие от атрибутов подпорогового внимания, значение чисел и текста обрабатывается на сознательном уровне. Следует также отметить значимость цветового восприятия (цвет, тон, насыщенность, яркость, контрастность) для визуализации. Еще одним значимым элементом визуализации является упорядочивание информации. При этом именно упорядочивание

информации призвано обеспечить быстрое и легкое восприятие визуализации.

Существуют различные подходы к классификации методов визуализации. Однако наиболее комплексным является подход Р. Ленглера и М. Эпплера [13] в рамках которого систематизировано более 100 методов визуализации. При этом под методом визуализации следует понимать системное, статическое или динамическое графическое представление информации. По сложности визуализации можно выделить 6 направлений: визуализация данных, визуализация информации, визуализация концепций, визуализация метафор, визуализация стратегий, комплексная визуализация.

В рамках визуализации данных применяются стандартные методы визуализации количественных показателей в схематичной форме (круговые диаграммы, диаграммы с областями, линейные графики). Подобные методы являются универсальными и применяются для представления данных, их систематизации и сравнения. В рамках визуализации информации (семантические сети, tree maps и др.) происходит преобразование текста в визуализацию при этом активно применяются возможности по интерактивной визуализации. Визуализация концепций ориентирована на анализ проблем, идей, планов, концепций (концептуальные карты, диаграммы Ганта). Визуализация метафор основана на применении простых, но эффективных шаблонов или паттернов. В рамках визуализации стратегий группа методов ориентирована на широкое применение в рамках стратегического анализа и планирования (дорожные карты). Комплексная визуализация включает применение различных форматов и методов представления информации в рамках структуры одной визуализации (диаграмма сродства, диаграмма с областями, гистограмма, матрицы VCG, декартовы координаты, причинные цепочки, кластеризация, когнитивное отображение, диаграмма коммуникации, дерево проблем, метод

---

критического пути, циклические схемы, диаграмма потоков данных, дерево решений, ящик Эджворта, диаграмма сущность-связь, дерево ошибок, схема обратной связи, блок-схема, схема-алгоритм, диаграмма анализа силового поля, метод последовательного исключения, диаграмма Ганта, графические упрощения, метод графической фасилитации, гистограмма, дом качества, цикл зрелости технологий, цикл ажиотажа, гиперболическое дерево, карта аргументаций, диаграмма-айсберг, карта infomural, информационная линза, диаграмма Исикавы, карты знаний, обучающие карты, диаграмма жизненного цикла, магический квадрант и др.

Следует отметить, что в научной литературе в значительной мере рассмотрены преимущества визуального представления информации, при этом недостатки или возможные риски, связанные с представлением информации в визуализированном виде представлены недостаточно. В данной связи представляется необходимым рассмотреть возможные риски, связанные с визуальным представлением информации с учетом как функциональной позиции пользователя, так и разработчика соответствующего программного средства. Существуют различные подходы к классификации недостатков визуализации. При этом наиболее комплексным представляется подход С. Брешиани и М.Эпплера [14], в рамках которого рассматриваются три направления: причины недостаточного качества визуализации, влияние недостатков визуализации на человека и меры минимизации рисков и устранения недостатков визуального представления информации. Согласно Э.Тафту [8] говорить о недостатках визуализации можно с учетом ее интерпретации. Пользователь может интерпретировать визуализированные данные по-разному в зависимости от представления данных ответственным за визуализацию лицом или средством визуализации. В рамках средства визуализации представление информации будет зависеть как от аналитических возможностей системы по обработке

---

информации, так и от заложенных разработчиком моделей и типов визуализации. При этом существует возможность преднамеренного или непреднамеренного включения дизайнером или разработчиком погрешностей или неточностей в визуализацию, однако на практике при обычном рассмотрении визуализированного материала представляется затруднительным выявление непреднамеренных искажений и преднамеренных (манипуляций), закладываемых при создании визуализации. Следует отметить, что исследования в научной литературе в значительной мере посвящены непреднамеренному искажению визуализации, однако есть и работы, рассматривающие проблемы манипуляций в процессе представления информации в визуальном формате (Э.Тафт [14], Г. Вейнер [15] и А.Слиппер [16]). В данной связи необходимо изучение контекста и условий представления информации в визуальном формате.

При этом в контексте влияния на пользователя среди недостатков визуализации можно выделить три группы факторов: когнитивные, эмоциональные и социальные.

В группу недостатков визуализации, обусловленных дизайнером/разработчиком, влияющих на когнитивное восприятие входит: неоднозначное визуальное представление, низкая точность, недостоверная, дезинформирующая, слишком упрощенная визуализация, приводящая в замешательство, содержащая лишние графические элементы, перегруженная информацией, затрудняющая понимание, обусловленная ограниченными техническими возможностями или шаблоном, требовательная по времени для изучения, скрывающая информацию, преуменьшающая/преувеличивающая показатели, приводящая к неопределенности.

Группа недостатков визуализации, влияющая на эмоциональное состояние: визуализация, вызывающая беспокойство, скучная, не оптимальное использование цветовой гаммы.

---

Группа недостатков визуализации, оказывающая влияние на социальное взаимодействие: становится основой для конфликта, ориентирована только на определённый уровень управления, не позволяющая вести обсуждение, поочередное участие в изменении визуализации, не обеспечивающая равное участие в обсуждении.

В группу недостатков визуализации, обусловленных пользователем, влияющих на когнитивное восприятие входит: невозможность проследить изменения, тоннельное мышление, недостаточные навыки и компетенции, недостаточный уровень подготовки, ограниченные возможности по восприятию и интерпретации, сложная для понимания, высокая информационная, когнитивная нагрузка.

Группа недостатков визуализации, влияющая на эмоциональное состояние: стресс, вызванный работой с визуальными изображениями, личные предпочтения, знания и опыт.

Социальная группа недостатков визуализации: особенности поведения, межкультурные различия, незнакомый иностранный язык, скрытые разногласия, различные взгляды на проблему, требует много времени для согласования и обсуждения.

Следует отметить, что значительная доля исследований рассматривает только когнитивные особенности восприятия визуальной информации и в меньшей степени в контексте социального взаимодействия и влияние визуализации на эмоции. При этом по возможности при создании визуализации должны затрагиваться эмоции человека для максимизации ее эффективности. Данная классификация направлена на лучшее понимание принципов визуализации и рассмотрение рисков для повышения качества визуального представления данных.

На текущем уровне развития технологий процесс обработки информации и представления результатов должен проходить под контролем

---

и при участии сотрудника, обладающего соответствующим набором компетенций. Представляется, что помимо существующих управленческих компетенций, включающих умения работать с информацией (характерных для информационно-аналитической работы) для эффективного представления информации необходимо, чтобы ЛПР имели также и навыки визуальной коммуникации и визуальной грамотности. При этом под визуальной грамотностью принято понимать способность воспринимать, интерпретировать и наделять смыслом информацию, представленную в визуализированной форме [17]. На современном этапе развития технологий необходимым для ЛПР также является и умение применения имеющихся знаний визуализации и инфографирования для построения графических изображений и схем в целях повышения эффективности представления результатов обработки информации. Следует отметить, что характерной особенностью современного менеджера (ЛПР) становится гибкость, или устойчивость к изменениям (Manager Resilience), обеспечивающая максимальную стрессоустойчивость при любых критических ситуациях, провоцирующих возникновение стресса. При этом менеджер не испытывает никаких признаков или симптомов стресса. Данный навык позволяет сформировать как устойчивость к изменениям в рамках профессиональной деятельности, так и выстроить личную устойчивость к изменениям.

Рассмотренные достоинства и недостатки технологии визуализации данных создают основу для совершенствования инструментально-методического обеспечения процесса принятия управленческих ЛПР в условиях повышенных информационных нагрузок, а также основу для соответствующей модернизации информационно-аналитических систем, применяемых на предприятиях [18]. При этом, несмотря на недостатки и риски, связанные с визуализацией информации, ее восприятием и интерпретацией, в целом визуализация информации является достаточно

---



эффективным методом представления информации в рамках поддержки процесса принятия решений. Визуальная грамотность подтверждает свою актуальность как одна из базовых компетенций современного менеджера. Применение технологий визуализации и инфографирования в качестве инструментов поддержки принятия решений целесообразно как один из методов адаптации (manager's resilience) менеджеров к изменениям.

### Литература

1. Пономарева Е.И. Совершенствование процесса обработки данных при помощи облачных вычислений // Инженерный вестник Дона, 2012, № 1 URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/628/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/628/).

2. Ефремова О.А. Применение системного подхода к анализу проблемы использования пространственной информации для поддержки принятия решений региональными органами исполнительной власти // Инженерный вестник Дона, 2014, № 2 URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n2y2014/2371/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2014/2371/).

3. Pirolli P., Card S.K. Information foraging in information access environments // Proceedings of CHI '95, ACM, 1995. P. 51–58.

4. Wünsche B. A survey, classification and analysis of perceptual concepts and their application for the effective visualisation of complex information // APVis '04 Proceedings of the 2004 Australasian symposium on Information Visualisation. 2004. Vol. 35. P.17–24.

5. Norretranders T. The User Illusion: Cutting Consciousness Down to Size. Penguin Press Science, 1999. 480 p.

6. Koffka K. Principles of Gestalt psychology. NY: Harcourt, 1963. 720 p.

7. Beck D.E., Cowan K. Spiral Dynamics: Mastering Values, Leadership and Change, 2005. 352 p.

8. Tufte E. The Visual Display of Quantitative Information. Graphics Press, second edition, 2001. 200 p.

9. Ware C. Information Visualization: Perception for Design. 2 ed. Morgan Kaufman, 2004. 486 p.
  10. Friendly M., Kwan E. Effect ordering for data displays // Computational Statistics & Data Analysis. Vol.43 (4). 2003. P. 509–539.
  11. Few S. Information Dashboard Design: The Effective Visual Communication of Data. O'Reilly, 2006. 224 p.
  12. Pickett R.M., Grinstein G.G., Levkowitz H., and Smith S. Harnessing pre-attentive perceptual processes in visualization // Perceptual Issues in Visualization. Grinstein G., Levkowitz H. (Eds). NY:Springer, 1995. P.33–45
  13. Lengler R., Eppler M.J. Towards a Periodic Table of Visualization Method for Management. Proceedings of the IASTED International Conference on Graphics and Visualization in Engineering, GVE 2007, Florida, 2007. 146 p.
  14. Bresciani S., Eppler M.J. The Risks of Visualization: a Classification of Disadvantages Associated with Graphic Representations of Information // Schulz P.J., Hartung U., Keller S. (Eds.), Identität und Vielfalt der Kommunikationswissenschaft. Konstanz, Germany: UVK Verlagsgesellschaft mbH, 2009. P.52–65.
  15. Wainer H. How to display data badly // The American Statistician. 1984. Vol. 38(2) P. 137–147.
  16. Sleeper A. How to lie with statistical graphics. Successful Statistics LLC. Proceedings of the 2006 Crystal Ball User Conference, 2006. 11p.
  17. Avgerinou M., Ericson J. A review of the concept of visual literacy // British Journal of Educational Technology. 1997. Vol. 28(4). P. 280–291.
  18. Матвеева Л.Г. Информационно-технологическая поддержка финансирования инноваций на малых промышленных предприятиях // Инженерный вестник Дона, 2014, № 2 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2014/2417/.
-

## References

1. Ponomareva E.I. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №1 URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/628/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/628/).
2. Efremova O.A. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2014, №2 URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n2y2014/2371/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2014/2371/).
3. Pirolli P., Card S.K. Information foraging in information access environments // Proceedings of CHI '95, ACM, 1995. P. 51–58.
4. Wünsche B. A survey, classification and analysis of perceptual concepts and their application for the effective visualisation of complex information // APVis '04 Proceedings of the 2004 Australasian symposium on Information Visualisation. 2004. Vol. 35. P.17–24.
5. Norretranders T. The User Illusion: Cutting Consciousness Down to Size. Penguin Press Science, 1999. 480 p.
6. Koffka K. Principles of Gestalt psychology. NY: Harcourt, 1963. 720 p.
7. Beck D.E., Cowan K. Spiral Dynamics: Mastering Values, Leadership and Change, 2005. 352 p.
8. Tufte E. The Visual Display of Quantitative Information. Graphics Press, second edition, 2001. 200 p.
9. Ware C. Information Visualization: Perception for Design. 2 ed. Morgan Kaufman, 2004. 486 p.
10. Friendly M., Kwan E. Effect ordering for data displays // Computational Statistics & Data Analysis. Vol.43 (4). 2003. P. 509–539.
11. Few S. Information Dashboard Design: The Effective Visual Communication of Data. O'Reilly, 2006. 224 p.
12. Pickett R.M., Grinstein G.G., Levkowitz H., and Smith S. Harnessing pre-attentive perceptual processes in visualization // Perceptual Issues in Visualization. Grinstein G., Levkowitz H. (Eds). NY:Springer, 1995. P.33–45



13. Lengler R., Eppler M.J. Towards a Periodic Table of Visualization Method for Management. Proceedings of the IASTED International Conference on Graphics and Visualization in Engineering, GVE 2007, Florida, 2007. 146 p.
14. Bresciani S., Eppler M.J. The Risks of Visualization: a Classification of Disadvantages Associated with Graphic Representations of Information // Schulz P.J., Hartung U., Keller S. (Eds.), Identität und Vielfalt der Kommunikationswissenschaft. Konstanz, Germany: UVK Verlagsgesellschaft mbH, 2009. P.52–65.
15. Wainer H. How to display data badly // The American Statistician. 1984. Vol. 38(2) P. 137–147.
16. Sleeper A. How to lie with statistical graphics. Successful Statistics LLC. Proceedings of the 2006 Crystal Ball User Conference, 2006. 11p.
17. Avgerinou M., Ericson J. A review of the concept of visual literacy // British Journal of Educational Technology. 1997. Vol. 28(4). P. 280–291.
18. Matveeva L.G. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014, №2 URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n2y2014/2417/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2014/2417/).