

# КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ, УСИЛИВАЮЩИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ: ПРОБЕЛЫ ИСТОРИИ

А. В. Нестеров ORCID: 0000-0002-5745-8384

*Российский университет дружбы народов\*, Российская таможенная академия,  
Россия*

[nesterav@yandex.ru](mailto:nesterav@yandex.ru) , [www.nesterov.su](http://www.nesterov.su)

Computer imaging systems that enhance the intellectual capabilities of the user: gaps  
of history

A. V. Nesterov

Russian peoples friendship University, Russian customs Academy, Russia

## **Оглавление**

### **1. Введение**

### **2. Исторические аспекты**

### **3. Краткая критическая история современной визуализации идей**

### **4. Заключение**

## **Список литературы**

## **Аннотация**

Проблема: История любой науки, в том числе научного направления, всегда представляет интерес, так как позволяет осознать тенденции в ее генезисе. Это дает возможность, не только определять в нем важные и интересные векторы, но и представлять весь научный ландшафт, а также выявлять забытые идеи, развитие которых по разным причинам прекратилось во 90-е годы прошлого века. Метод: Системный подход. Результат: Проведен краткий исторический обзор публикаций, посвященных компьютерной визуализации с целью заполнения лакун. Показано, что в СССР в 1988 году появилось направление исследования по созданию компьютерной системы визуализации мемов из потока авторефератов диссертаций, с целью использования абстрактного восьмимерного компьютерного изображения для воздействия на подсознание документально-информационного эксперта.

Дискуссия: Полученные результаты могут активизировать обсуждение исторических фактов в развитии научной визуализации. В дальнейшем планируется системное рассмотрение категории визуализации, в том числе научной визуализации, на основании категориально-тензорного и продуцентного подхода.

**Ключевые слова:** визуализация, история, мемоскопия, мемы, гены идей, концепт, продуцент, машинная графика.

\* Публикация подготовлена при поддержке Программы РУДН «5-100»

Abstract

Problem: the History of any science, including the scientific field, is always of interest, as it allows you to understand the trends in its Genesis. This makes it possible not only to identify important and interesting vectors in it, but also to represent the entire scientific landscape, as well as to identify forgotten ideas, the development of which for various reasons ceased in the 90s of the last century. Method: a Systematic approach. Result: a brief historical review of publications devoted to computer visualization in order to fill the gaps. It is shown that in the USSR in 1988 the direction of research on creation of the computer system of memes visualization from a stream of abstracts of dissertations, for the purpose of use of the abstract eight-dimensional computer image for influence on subconscious of the documentary information expert appeared. Discussion: the Results can intensify the discussion of historical facts in the development of scientific visualization. In the future, it is planned to consider the category of visualization, including scientific visualization, on the basis of the categorical tensor and production approach.

Key words: visualization, history, demoscopia, memes, genes, ideas, concept, producer, computer graphics.

## **1. Введение**

К сожалению, краткий обзор доступных публикаций, посвященных историческим вопросам феномена визуализации, показал, что в них отсутствует системный подход, и они имеют лакуны, как с формальной, так и содержательной стороны. Кроме того, обнаружилось, что категория «визуализации» достаточно часто используется в виде метафоры, а визуализации подвергается контент, включающий в себя медиа-контент, идеи, концепты, мемы (интернет-мемы) и иные данные, отображающие любые виды сведений.

## **2. Исторические аспекты**

В публикации [1] приведен обзор по теме «визуализация информации» по состоянию на 2012 г. Автор обзора считает, что первыми стали использовать

термин «визуализация информации» авторы публикации [2]. Также Пескова считает, что первыми указали на то, что компьютерная визуализация информации является средством усиления ментальных процессов человека, авторы публикации [3], что не совсем верно, т.к. на это было обращено внимание еще в 1988 г. в СССР [4].

Сейчас популярна книга «Handbook of Data Visualization», в которой приведена истории инфографики как визуализации. Однако инфографика подразумевает соединение текста и графики (иллюстраций текста). Если человек непосредственно делает доклад, то иллюстрацию доклада еще называют презентацией, которая представляется в виде рисунков, схем и иных графических изображений, отображенных с помощью лингвистических и/или иконических знаков. К сожалению, в этой книге не указано, чем отличается визуализация от иллюстрации и инфографики.

Визуализация используется для того, чтобы увидеть невидимые элементы, в частности, идеи. Еще в 1965 г. А. А. Сазерленд отметил, "что дисплей, подключенный к цифровому компьютеру, предоставляет нам возможность вступить в непосредственный контакт с концептами, не реализующимися в физическом мире" [5]. Однако реализация этой идеи началась значительно позже.

Естественная визуализация появились на заре человечества. Человеческий мозг стал первым средством естественной визуализации, помогающим ему осваивать абстрактные категории. Не наскальные рисунки животных и людей, которые отображали действительные элементы наблюдаемого мира, а сакральные знаки, орнаменты и иные абстрактные знаки, стали первыми продуктами визуализации. Эти абстрактные знаки отображали первое абстрактное видение того, что отсутствовало в действительности.

Первые психические отражения возникли у древних людей в мозге во сне, медитации и/или трансе в виде некоторых идей, которые они смогли изобразить в виде знаков, вкладывая в них сакральное значение.

Считается, что официально научная визуализация как самостоятельная дисциплина оформилась после публикации в ноябре 1987 г. специального выпуска журнала *Computer Graphics*, содержавшего доклад — Визуализация в научных вычислениях [6].

Однако в СССР компьютерной визуализацией данных в научных целях стали заниматься значительно раньше, и это направление называлось «машинной графикой». В публикации [7] приведена история компьютерной (машинной) графики, с точки зрения программистов. Хотя история началась в 1964 г., только в сентябре 1977 года в Новосибирске состоялась первая встреча программистов-графиков на региональной конференции, часть докладов которой была опубликована в журнале «Автометрия» в 1978 году. С

появлением дисплеев у компьютеров, появилась возможность интерактивной визуализации результатов компьютерного моделирования [8].

В научной литературе понятие «визуализация информации» было использовано в работе 1989 г. под названием «Когнитивный копроцессор для интерактивных пользовательских интерфейсов» (The Cognitive Coprocessor for Interactive User Interfaces) (Robertson, Card and Mackinlay, 1989). Авторы расшифровали термин как «представление информации с помощью инструментов визуального интерфейса». В СССР первые публикации, посвященные когнитивной машинной графике, появились примерно в это же время [9, 10].

С. Клименко отмечает [11], что в 1994 г. был создан «виртуальный» Институт физико-технической информатики, основным направлением деятельности которого стала разработка систем визуализации и виртуального окружения (ВО). С третьей попытки РФФИ выделил грант для этого Института по теме "Визуализация сложных физических явлений и математических абстракций".

### **3. Краткая критическая история современной визуализации идей**

В это же время идея «визуализации идей» возникла в Новосибирске, которая сначала была выражена в виде заявки на изобретение в 1988 г. и опубликована в публикациях [12, 13]. Особенностью мемоскопии является то, что в ней предусматривалась визуализация мемов как генов идей из потока авторефератов диссертаций, а зрительно воспринимаемые экранные изображения, должны были стимулировать неосознаваемую активность документально-информационного эксперта при анализе научного ландшафта.

Так как идеи возникают только в персональном и/или массовом сознании, то они могут быть визуализированы с помощью знаков и соответственно восприняты с их помощью. Однако идеи могут иметь явный и/или неявный вид. Явный вид идеи может быть выражен с помощью знаков. Неявный вид идеи возникает на подсознательном уровне и отражается как неосознаваемое отражение в явной идее. Такую неявную идею можно называть идеей идеи. Также можно ее называть концепт, хотя слово «концепт» имеет еще несколько значений.

Обычно под «визуализацией концепта» понимают визуализацию понятий, что не является корректным, т.к. понятия не тождественны идеям. Также в публикации [14] используется более общее, но менее понятное определение концепта, в частности под концептом понимается многомерное ментальное образование как продукт сознания в виде высшей формы отображения действительности в психике человека.

Особым видом визуализации является визуализация интернет-мемов. Визуализация интернет-мемов фактически представляет собой визуализацию знаков, которые распространяются в рамках контента, благодаря его идейному содержанию.

Появившееся недавно направление, называемое «визуализацией мемов (интернет-мемов)» [15], эксплуатирует ставшим модным слово «мем», а фактически относится к анализу медиа-контента, т.к. иллюстрируется электронно-цифровой контент с помощью графиков, схем, фотографий, рисунков, видео и т.п.

Судя по всему, в этой публикации интернет-мемы, которые определяются как социокультурные коды, относятся к социальным мемам. К сожалению, расшифровка этих кодов осталась за рамками работы, а это имеет принципиальное значение. Сложно согласиться с интерпретацией слова «код», значение которого расшифровывается как «кодирование мемом идей, чувств, эмоций, практик и т.п. Мем является носителем и транслятором различных кодов».

Необходимо отметить, что М. А. Розов [16] достаточно давно ввел понятие «теории социальной эстафеты», в рамках которой использовал слово «куматоид» (от греческого – волна) для обозначения единицы социальной волны, которая не зависит от носителей и/или знаков. С помощью куматоид существует культура и продуцирует волнообразование на поверхности среды, отражая развитие культуры. Развитие культуры означает смену контекста, в рамках которого осуществляются «социальные эстафеты». Розов считал, что теория социальных эстафет напоминает генетику или молекулярную биологию в культуре. Таким образом, он фактически под куматоидом понимал устойчиво существующую социальную форму идеи.

Так же необходимо выделить Д. Хофштадтера, который в 1983 года в журнале «Scientific American» предложил назвать дисциплину, исследующую мемы, «меметикой», в рамках которой развивается теория мемов, как теория исследования эволюционных изменений культурных систем. Он развил идеи Р. Докинза [17], которого критиковали за биологизацию мемов как элементов социальной коммуникации. Автор публикации [18] утверждает, «что с точки зрения когнитивного подхода мем может быть определен как реплицируемый концепт». В рамках меметики появились «медиамемы». А затем игра словами привела к появлению слова «медиавирусы» [19]. Однако впервые идею «ментальных микробов», передаются через слова и жесты окружающих лиц, через книги, газеты и пр., предложил в 1898 году В. М. Бехтерев в своей статье «Роль внушения в общественной жизни».

Современное состояние разработок систем научной визуализации представлено в публикации [20], в которой «Под компьютерной визуализацией понимается методика перевода абстрактных представлений об объектах в геометрические образы, что дает возможность исследователю наблюдать результаты компьютерного моделирования явлений и процессов». Можно отметить, что это определение имеет частный характер, поэтому задача выработки общей дефиниции термина «визуализация» остается.

О визуализации знаний

В публикации [22] имеется определение: «Визуализация знаний – это набор графических элементов и связей между ними, используемый для передачи знаний от эксперта к человеку или группе людей, раскрывающий причины и цели этих связей в контексте передаваемого знания».

Авторы правильно заметили, что слово «знания» имеет много значений, поэтому они взяли определение знаний как знаний эксперта, где под экспертом понимается знающий и опытный человек, в том числе учитель.

Действительно, с выводами авторов, когда они говорят, что «интеграция контекстной визуализации связей между элементами знаний» имеет существенное значение, но если получатели не хотят или не могут получать то, что называется знания, а носитель знаний не знает, как их передать, то визуализация вряд ли поможет.

На наш взгляд, еще в 80-е годы 20 века пришло понимание, что «экспертные системы», которые должны были заменить экспертов, фактически выродились в диагностические системы, т.к. эксперты не могли передать свои неявные знания. Эксперты не знали, как это сделать, а явные знания уже не являются знаниями, т.к. отображены в книгах, статьях и документах как сведения [23].

Естественно, необходимо различать сведения, сообщения, информацию сведений как содержание сведений, данные как машиночитаемые сведения, и знания.

Как известно, из одного и того же объема сведений разные люди могут извлечь разные объемы информации. К сожалению, в легальном определении (ФЗ РФ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации») информация выражается через сведения.

Аналогичная история со знаниями, которые якобы можно передавать. Знания как невербализуемая способность любого человека совершать нестандартные действия в нестандартной ситуации, продуцируется самим человеком, за счет подражания иным людям. Поэтому затих поток публикаций посвященных системам знаний и обществу, построенному на знаниях. Однако появился большой поток сообщений об успехах искусственного интеллекта за счет глубинного обучения, которое лучше называть «темной дрессировкой», требующей десятки тысяч толоки, занимающейся модерацией сведений троллей, наполняющих большие данные. При этом критические статьи о провалах искусственного интеллекта замалчиваются.

Современное состояние дел в зарубежных публикациях, посвященных визуализации знаний, приведено в обзоре в публикации [24] не внесло ясности. Авторы отметили, что до сих пор существует проблема четкого разграничения понятий «визуализация данных» и «визуализация знаний». Если исходить из того, на что они обратили внимание, в частности: «решающую роль в переработке имеющихся данных в знание, позволяющее принимать

управленческие решения, играют навыки менеджера по обобщению, интерпретации и систематизации информации», то можно сделать вывод, об отсутствии различий между этими понятиями. Слабо помогает отсылка на то, что в основе их моделей лежит «онтология или концептуализация спецификации представляет собой иерархическую модель предметной области, имеющую солидное математическое и программное обоснование».

Несомненно, что «большие данные» требуют их анализа, выявления закономерностей, сжатия и визуализации их содержания, но зачем содержание сведений, которые в машиночитаемом виде преобразовали в данные, называть, то знаниями, то информацией. Эта проблема возникла еще 50 лет назад, когда А. А. Харкевич формулировал ее как нахождение ценности информации. В частности, перефразируя его, можно сказать, если полученное содержание данных (визуализированные данные) приводит к увеличению вероятности достижения цели, то оно имеет цену, т.е. прагматический смысл.

Пока ученые, занимающиеся визуализацией, не договорятся о едином понимании этих категорий, будет существовать терминологическое разнообразие и спекуляции на основе новых иностранных слов.

#### **4. Заключение**

Краткий исторический обзор публикаций, посвященных компьютерной визуализации показывает, что существует большое терминологическое разнообразие в рассматриваемых областях, используемых слово «визуализация». В дальнейшем планируется системное рассмотрение категории визуализации, в том числе научной визуализации, на основании категориально-тензорного и продуцентного подхода [21].

#### **Список литературы**

1. Пескова О. В. О визуализации информации Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Приборостроение». 2012. – С. 158-173.
2. Robertson G. G., Card S. K., Mackinlay J. D. The cognitive coprocessor for interactive user interfaces // Proc. of UIST89, ACM Symp. on User Interface Software and Technology. – 1989. – P. 10–18.
3. Card S. K., Mackinlay J. D., Shneiderman B. Readings in information visualization: using vision to think. – Morgan Kaufmann Publishers, 1999. – 686 p.
4. Отчет о НИР ГПНТБ СО АН СССР «Исследование методов компьютерной технологии глубокой обработки потока НТИ», научный руководитель А. В. Нестеров, зарегистрированном в ВЦНТИ, № ГР 186.124583. – 1988 г. Новосибирск. – 285 с.

5. Araya A. A. The hidden side of visualization // *Techne*. 2003. V. 7. No. 2. P. 27–93. (Агустина Арайя "Скрытая сторона визуализации").
6. Visualization in Scientific Computing, Special Issue, ACM SIGGRAPH, Computer Graphics, V. 21, N 6, November 1987.
7. История компьютерной графики в России. Опубликовано artem 07/07/2011 – [Электронный ресурс: <http://www.graphicon.ru/ru/history/russia> ]. – (дата обращения: 24.11.2017).
8. Пилюгин В.В., Сумароков Л.Н., Фролов К.В. Машинная графика и автоматизация научных исследований // *Вестник АН СССР*. 1985. Т. 10. С. 50.
9. Поспелов Д. А. Прорывные направления в искусственном интеллекте // *Вычислительная техника и системы управления*. – 1990. - №3. - С. 3-10.
10. Зенкин А. А. Когнитивная компьютерная графика. – М.: Наука, 1991. – 187 с.
11. Станислав Клименко: "11 сентября" VR-технологии ворвались в нашу жизнь. – [Электронный ресурс [http://zoom.cnews.ru/rnd/article/item/stanislav\\_klimenko\\_11\\_sentyabrya\\_vrteh\\_nologii\\_vorvalis\\_v\\_nashu\\_zhizn/6](http://zoom.cnews.ru/rnd/article/item/stanislav_klimenko_11_sentyabrya_vrteh_nologii_vorvalis_v_nashu_zhizn/6) ] (дата обращения 24.11.2017).
12. Нестеров А. В. Мемоскопия - визуализация идей // Всесоюзная межотраслевая конф. пользователей СМ-2. - М., 1991. - С. 33 - 35.
13. Нестеров А. В. Компьютерные методы и средства глубокой обработки, анализа и синтеза общедоступных документов. Новосибирск: Изд-во ГПНТБ Сибирского отделения АН СССР, 1991. - 214 с.
14. Приходько А. Н. Концепты и концептосистемы. – Днепропетровск: Изд. Белая Е. А., 2013. – 307 с.
15. Зиновьева Н. А. Трансляция социокультурных кодов в создании информационного продукта: анализ интернет-мемов. – Автореф. дисс. ... канд. социол. наук. СПбГУ, 2016 г. – 28.
16. Розов М. А. Информационно-семантическое исследование: процессы эстафеты и принцип дополнительности // *НТИ*, Сер. 2. – 1984. - №2. – С. 1-7.
17. Dawkins R. The selfish gene. – Oxford: Oxford Univ. press, 1976. (Докинз Р. Эгоистичный ген. - М.: Мир, 1993. — 318 с.).
18. Квят А. Г. Медиамем как инструмент политического PR: когнитивный подход // *Медиаскоп*. – 2013, №1. [ Электронный ресурс: <http://www.mediascope.ru/node/1254> ]. – (дата обращения 25.11.2017).
19. Рашкофф Д. Медиавирус. Как поп-культура тайно воздействует на ваше сознание / Пер. с англ. Д. Борисов. — М.: Ультра.Культура, 2003.
20. Опыт разработки специализированных систем научной визуализации. В.Л. Авербух, А.Ю. Байдалин, М.О. Бахтерев, П.А. Васёв, А.Ю. Казанцев, Д.В. Манаков. - ИММ УрО РАН, Екатеринбург. [Электронный ресурс. - [http://data.lact.ru/fl/s/0/299/basic/1108/824/OPYIT\\_RAZRABOTKI\\_SPETSI\\_ALIZIROVANNYIH\\_SISTEM\\_NAUCHNOY\\_VIZUALIZATSII.pdf](http://data.lact.ru/fl/s/0/299/basic/1108/824/OPYIT_RAZRABOTKI_SPETSI_ALIZIROVANNYIH_SISTEM_NAUCHNOY_VIZUALIZATSII.pdf) ]. – (дата обращения 17.11.2017).
21. Нестеров А. В. Экспертика: Общая теория экспертизы. – М.: Тип. НИУ ВШЭ, 2014. – 261 с.



22. Магалашвили В. В., Бодров В. Н. Ориентированная на цели визуализация знаний // Educational Technology & Society. - 11(1). - 2008 [URL: [http://ifets.ieee.org/russian/depository/v11\\_i1/html/11.htm](http://ifets.ieee.org/russian/depository/v11_i1/html/11.htm) ] – (дата обращения: 13.02.2018).
23. Попов Э. В. Экспертные системы. – М.: Наука, 1987. – 288 с.
24. Гаврилова Т. А., Алсуфьев А. И., Гринберг Э. Я. Визуализация знаний: критика Сент-Галленской школы и анализ современных трендов // Бизнес-информатика. 2017. № 3 (41). - С. 7–19.

## Reference

1. Peskova O. V. O vizualizatsii informatsii Vestnik MGTU im. N.E. Bauman. Ser. "Priborostroenie". 2012. – S. 158-173.
2. Robertson G. G., Card S. K., Mackinlay J. D. The cognitive coprocessor for interactive user interfaces // Proc. of UIST89, ACM Symp. on User Interface Software and Technology. – 1989. – P. 10–18.
3. Card S. K., Mackinlay J. D., Shneiderman B. Readings in information visualization: using vision to think. – Morgan Kaufmann Publishers, 1999. – 686 p.
4. Otchet o NIR GPNTB SO AN SSSR «Issledovanie metodov kompyuternoy tehnologii glubokoy obrabotki potoka NTI», nauchnyiy rukovoditel A. V. Nesterov, zaregistrovannom v VTsNTI, # GR 186.124583. – 1988 g. Novosibirsk. – 285 s.
5. Araya A. A. The hidden side of visualization // Techne. 2003. V. 7. No. 2. P. 27–93. (Agustina Arayya "Skryitaya storona vizualizatsii").
6. Visualization in Scientific Computing, Special Issue, ACM SIGGRAPH, Computer Graphics, V. 21, N 6, November 1987.
7. Istoriya kompyuternoy grafiki v Rossii. Opublikovano artem 07/07/2011 – [Elektronnyiy resurs: <http://www.graphicon.ru/ru/history/russia> ] . – (data obrascheniya: 24.11.2017).
8. Pilyugin V.V., Sumarokov L.N., Frolov K.V. Mashinnaya grafika i avtomatizatsiya nauchnyih issledovaniy // Vestnik AN SSSR. 1985. T. 10. S. 50.
9. Pospelov D. A. Proryivnyie napravleniya v iskusstvennom intellekte // Vyichislitel'naya tehnika i sistemyi upravleniya. – 1990. - #3. - S. 3-10.
10. Zenkin A. A. Kognitivnaya kompyuternaya grafika. – М.: Nauka, 1991. – 187 s.
11. Stanislav Klimenko: "11 sentyabrya" VR-tehnologii vorvalis v nashu zhizn. – [Elektronnyiy resurs [http://zoom.cnews.ru/rnd/article/item/stanislav\\_klimenko\\_11\\_sentyabrya\\_vrtehnologii\\_vorvalis\\_v\\_nashu\\_zhizn/6](http://zoom.cnews.ru/rnd/article/item/stanislav_klimenko_11_sentyabrya_vrtehnologii_vorvalis_v_nashu_zhizn/6) ] (data obrascheniya 24.11.2017).
12. Nesterov A. V. Memoskopiya - vizualizatsiya idey // Vsesoyuznaya mezhotraslevaya konf. polzovateley SM-2. - М., 1991. - S. 33 - 35.
13. Nesterov A. V. Kompyuternyie metodyi i sredstva glubokoy obrabotki, analiza i sinteza obschedostupnyih dokumentov. Novosibirsk: Izd-vo GPNTB Sibirskogo otdeleniya AN SSSR, 1991. - 214 s.

14. Prihodko A. N. Kontseptyi i kontseptosistemyi. – Dnepropetrovsk: Izd. Belaya E. A., 2013. – 307 s.
15. Zinoveva N. A. Translyatsiya sotsiokulturnyih kodov v sozdanii informatsionnogo produkta: analiz internet-memov. – Avtoref. diss. ... kand. sotsiol. nauk. SPbGU, 2016 g. – 28.
16. Rozov M. A. Informatsionno-semanticheskoe issledovanie: protsessyi estafetyi i printsip dopolnitelnosti // NTI, Ser. 2. – 1984. - #2. – S. 1-7.
17. Dawkins R. The selfish gene. – Oxford: Oxford Univ. press, 1976. (Dokinz R. Egoistichnyiy gen. - M.: Mir, 1993. — 318 s.).
18. Kvyat A. G. Mediamem kak instrument politicheskogo PR: kognitivnyiy podhod // Mediaskop. – 2013, #1. [ Elektronnyiy resurs: <http://www.mediascope.ru/node/1254> ]. – (data obrascheniya 25.11.2017).
19. Rashkoff D. Mediavirus. Kak pop-kultura tayno vozdeystvuet na vashe soznanie / Per. s angl. D. Borisov. — M.: Ultra.Kultura, 2003.
20. Opyt razrabotki spetsializirovannykh sistem nauchnoy vizualizatsii. V.L. Averbukh. A.Yu. Baydalin. M.O. Bakhterev. P.A. Vas'v. A.Yu. Kazantsev. D.V. Manakov. - IMM UrO RAN. Ekaterinburg. [Elektronnyy resurs. - [http://data.lact.ru/fl/s/0/299/basic/1108/824/OPYIT\\_RAZRABOTKI\\_SPETSIALIZIROVANNYIYH\\_SISTEM\\_NAUCHNOY\\_VIZUALIZATSII.pdf](http://data.lact.ru/fl/s/0/299/basic/1108/824/OPYIT_RAZRABOTKI_SPETSIALIZIROVANNYIYH_SISTEM_NAUCHNOY_VIZUALIZATSII.pdf) ]. – (data obrashcheniya 17.11.2017).
21. Nesterov A. V. Ekspertika: Obshchaya teoriya ekspertizy. – M.: Tip. NIU HSE. 2014. – 261 s.
22. Magalashvili V. V., Bodrov V. N. Orientirovannaya na celi vizualizatsiya znaniy // Educational Technology & Society. - 11(1). - 2008 [URL: [http://ifets.ieee.org/russian/depository/v11\\_i1/html/11.htm](http://ifets.ieee.org/russian/depository/v11_i1/html/11.htm) ] – (data obrashcheniya: 13.02.2018).
23. Popov E.H. V. Ehkspertnye sistemy. – M.: Nauka, 1987. – 288 s.
24. Gavrilova T. A., Alsuf'ev A. I., Grinberg E.H. YA. Vizualizatsiya znaniy: kritika Sent-Gallenskoj shkoly i analiz sovremennyh trendov // Biznes-informatika. 2017. № 3 (41). - S. 7–19.