

УДК 612.821

## «ОБРАЗНЫЙ ИНТЕРНЕТ» И ЗАДАЧИ ПОИСКА СХОДСТВА



**С.И. Чубаров**

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информационных технологий в образовании БГПУ  
*chubarov@bsu.by*



**Г.В. Лосик**

Доктор психологических наук, главный научный сотрудник Объединенного института проблем информатики Национальной академии наук Беларуси  
*georgelosik@yahoo.com*



**Ю.В. Вильчук**

Аспирант БГУИР, начальник электролаборатории ОАО «ММЗ имени С.И. Вавилова - управляющая компания холдинга "БелОМО"  
*yrawest@gmail.com*

### **С.И. Чубаров**

Окончил Белорусский государственный университет факультет радиофизики, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий научно-исследовательской лабораторией лазерных систем БГУ (1994-2009), заведующий кафедрой информационных технологий в образовании БГПУ (2009-2017).

### **Г.В. Лосик**

Доктор психологических наук, главный научный сотрудник ГНУ «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси».

### **Ю.В. Вильчук**

Окончил Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. Аспирант БГУИР. Работает в ОАО «ММЗ имени С.И. Вавилова — управляющая компания холдинга «БЕЛОМО» в должности начальника электролаборатории. Проводит научные исследования в области инженерной психологии и эргономики, когнитивных технологий, естественных наук.

**Аннотация.** Современным трендом Интернета является переход в трехмерное пространство. В работе рассматриваются алгоритмы и модель поиска информации на базе образного Интернета с использованием электронных баз и программных средств регистрации, хранения, поиска и обработки информации для «образного» Интернета о трехмерных объектах путем добавления к геометрическим признакам объекта психометрических признаков кругового его изучения.

**Ключевые слова:** 3D-технология, образный Интернет, карта кругового осмотра, траектория осмотра, модель поиска.

### **Введение.**

Интернет в настоящее время по базам данных переходит в трехмерное пространство описания формы хранимого объекта. Этот термин теперь относится ко всему интерактивному 3D-контенту, который встроен в HTML-код веб-страниц и который пользователи могут просматривать через веб-браузер. Сегодня в сети Интернет имеется большое количество невербальной информации: фотографии, схемы, карты, рисунки и, в частности, трехмерные объекты, т. е. образная информация.

В настоящее время при поиске информации в интернете решаются задачи автоматического поиска объектов по их трехмерной форме подобно поиску текстовой информации по ключевому слову. При этом Интерфейс пользователя Интернета совершенствуется в сторону распознавания именно мотива пользователя. В настоящее

время в Интернете выложено много трехмерных объектов-моделей. Для поиска в базах данных ключевого запроса разрабатывается метрика объективного сравнения трехмерных объектов по форме, текстуре, цвету. Но это поиск исключительно по ключу, заданному лингвистически, по ключу объективной метрики сходства объектов. В ключе не кодируется психологический мотив субъекта найти что-то, ибо его сложно распознать. Пользователя Интернета нельзя обременить регистрацией с него ЭЭГ, eye-track, ЭМГ. Но можно зарегистрировать движения руки, пальцев, вращающихся через «мышь», touch-pad на экране трехмерный объект. В маршруте, траектории (карте), временной динамике кругового осмотра и изучения объекта можно найти сегменты, соответствующие психологическим мотивам. Установлено, что траекторию осмотра диктуют три причина: физика объекта, явления (Кишин С.Я.), физиология зрения и руки (Кульчицкий В.А.), когнитивный мотив (Лосик Г.В.) [1]. Если распознать и из траектории вычесть первые две причины, то можно распознавать в карте кругового осмотра – мотивы пользователя. Это явится еще одним интерфейсом «распознавание мотива жеста руки - компьютер».

В сенсорной зрительной памяти человека обнаружен механизм оценки сходства формы предметов и зрительных ассоциаций по сходству. Изучив этот механизм можно смоделировать компьютерной программой обнаружения сходства по форме трехмерных предметов в сети Интернет. В этом случае метрика сходства будет взята антропологическая, а не объективная. Как показали психологические исследования, зрительные ассоциации, возникают больше, чем по причине объективного сходства форм у ассоциированных предметов, а и по причине сходства субъективных карт «истории» и мотива взаимодействия человека с данными предметами. Зрительная ассоциация на увиденный предмет строится как на объективной информации сходства трехмерных предметов, так и на информации субъективного отношения к нему. Субъективные шкалы оценки сходства предметов по форме, функциональной ценности, симпатии к ним могут быть определены многомерным шкалированием, то есть опытами с человеком.

### **Познавательная роль образного Интернета.**

Инновационность использования трехмерной графики и анимации определяется тем, что 3D графика и анимация образуют виртуальную информационную среду, в которой пользователь обретает новые возможности не только для восприятия знаний, но и для развития способностей оперировать этими знаниями. 3-D графика позволяет создавать трехмерные макеты различных объектов, повторяя их геометрическую форму и имитируя материал, из которого они созданы. Чтобы получить полное представление об определенном объекте, необходимо осмотреть его со всех сторон, с разных точек, при различном освещении. При этом в реальности часто невозможно осмотреть многие объекты. При осмотре виртуального трехмерного объекта со всех сторон человеку предоставляется больше степеней свободы выбрать ракурс осмотра, чем при осмотре реального трехмерного физического объекта. В данной среде когнитивные процессы соответствуют тем, что имеются в реальных жизненных ситуациях, где изучаемый предмет или умение используется. В итоге, число когнитивных мотивов в изучении реального объекта меньше, но во взаимодействии с реальным объектом у человека возникают и инструментальные мотивы.

Реализация концепции «образного» 3D Интернета основана на технологиях и программных средствах регистрации, хранения, поиска и обработки информации для «образного» Интернета о трехмерных объектах путем добавления к геометрическим признакам объекта психометрических признаков кругового его изучения обучающимся и распознавания им когнитивных мотивов. Два рода информации об объекте: (и объективная, и субъективная) позволят сделать эргономичным и антропоморфным поиск в «образном» Интернете подобного трехмерного объекта, подобного по зрительным ассоциациям иного пользователя. Для создания «образного» Интернета будет использован *интегральный критерий*: к критерию метрического объективного сходства предметов добавлен критерий

сходства карты осмотра одного и того же предмета разными субъектами, критерий сходства оценочных психологических шкал у разных субъектов. Метрику оценки сходства трехмерных фигур, сцен в «образном» 3D Интернете предлагается задавать по принципу, альтернативному лингвистическому, по сходству мотива осмотра пользователем фигуры объекта [2].

Человек формирует образ нового объекта с помощью специальных перцептивных приемов при его осмотре. В итоге человек может совершать мысленные представления о виде объекта с разных его ракурсов и мысленные его повороты. С помощью этих перцептивных приемов формируется субъективная карта кругового осмотра 3D объекта. В итоге нами была составлена следующая концептуальная модель формирования в мозге образа трехмерного объекта при его круговом осмотре.

Топология внешних маршрутов кругового осмотра субъектом данного объекта запоминается в трехмерном пространстве. Обычно форма предмета при цифровом моделировании задается поверхностью в 3D пространстве. Дополнительно к модели предмета вокруг него в пространстве задается позиция наблюдателя, которая проектируется на описанную сферу вокруг объекта, на которой размещены  $N$  опорных точек, которые однозначно привязаны к рассматриваемому объекту. В отдельных опорных точках мозг присовокупляет к ним «фотографию» вида натуральной внешней сцены, которую наблюдателю дано было увидеть.

По мере кругового обхода и осмотра объекта с разных сторон, во-первых, человек принимает текущее решение о следующем целесообразном маневре в траектории осмотра и, во-вторых, достигнув очередной информативной позиции в осмотре, совершает «фотографирование» вида объекта с этой уникальной позиции. Поэтому в образе запечатлеваются как вектора («роза ветров»), так и опорные точки (карта кругового осмотра) процесса кругового осмотра. В образе не запоминается конкретная последовательность опорных точек объекта в конкретном сеансе его осмотра. В нем запоминается не последовательность, а формируется лишь набор опорных точек как «фотографий» объекта с разных ракурсов его виденья. А эти опорные точки между собой скрепляет векторный скелет в виде топологической фигуры траектории осмотра, которая хранит диспозицию в трехмерном пространстве взаиморасположения указанных опорных точек.

При формировании как траекторий осмотра объекта (роза ветров), так и трёхмерной карты кругового осмотра объекта задействуются не только визуальный канал, но и физиологический канал. Физиологическим каналом в нашем эксперименте выступала рука. Её моторика помогает визуальному каналу восприятия видеоинформации наносить спектрограмму на сферическую карту с записью траектории осмотра.

Полученные данные обнаружили нестабильность маршрута осмотра. С учетом выявленных факторов разработана логическая схема декомпозиции вариативности. Установлено, что вариативность возникает вследствие трех факторов: физики объекта, физиологии руки и зрения испытуемого, сменяющихся в ходе осмотра психологических замыслов человека (посмотреть за горизонт, приблизиться к точке интереса). Сообразно данным факторам разработан алгоритм поэтапной отфильтровки из «сырой» траектории физической и физиологической составляющих, нахождения остатка как психологической детерминанты. Для отфильтровки применена наряду с когнитивной математическая методика.

В ходе осмотра внимание человека задерживается во времени в ракурсе осмотра пропорционально интересу человека к конкретному месту на поверхности трёхмерного объекта [3]. Так формировалась одна из баз данных в Образном Интернете. Далее составлялась среднестатистическая карта времени притяжения внимания к местам на поверхности объекта в ходе кругового осмотра этого объекта различными субъектами. Среднестатистическая карта кругового осмотра объекта многими людьми была

представлена в базе данных значениями времени  $t$  прохождения маршрута осмотра через каждый из участков, на которые была разбита сфера осмотра объекта. Значение времени  $t$  в нахождении в каждом из участков рассматривалось как спектр времени притяжения внимания к разным местам поверхности объекта рисунок 1.

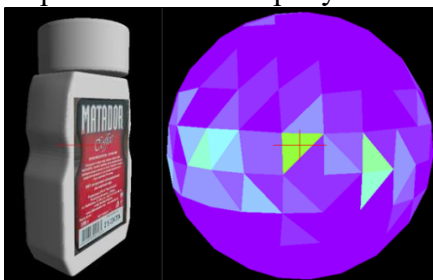


Рисунок 1– Карта кругового осмотра 3D объекта

Дальнейшая нормировка по времени и статистическое усреднение осмотра объекта позволяет сформировать карту кругового осмотра объекта различными субъектами как  $N$ -гранную сферу с  $N$  значениями времени задержки внимания на каждой точке-границе. Для декомпозиции вариативности карты кругового осмотра объекта была составлена логическая схема отфильтровки физической и физиологической детерминант вариативности от когнитивных детерминантов. Согласно этой схеме стабильность маршрута, которая детерминируется физикой объекта, было решено выявлять путем повторения эксперимента с разными испытуемыми, но с одним и тем же объектом. Таким образом, был вычислен обобщенный спектр притяжения внимания у всей группы испытуемых к данному объекту. Данный обобщенный спектр внимания правомерно считать «психологическим портретом» данного объекта. Совокупность карт кругового осмотра объектов формируют *базу данных карт* кругового осмотра объектов.

Далее рассчитывалась *индивидуальность* карты кругового осмотра объекта для каждого субъекта, которые формируют базу данных индивидуальных отличий осмотра объекта различными субъектами. Оцифрованные карты персонализированного осмотра пользователем объектов образного Интернета и панорам окружающей действительности и анализ данных позволяют производить спектральную аналитику структуры объекта, модели, информационного продукта и осуществлять поиск объектов, для которых имели место аналогичные карты кругового осмотра для различных субъектов.

Вторым объективным параметром является регистрация траектории осмотра трехмерного предмета (роза ветров), длины траектории, вектора движения, скорости движения. При формировании траекторий осмотра объекта также задействуются не только визуальный канал, но и физиологический канал. Ранее была рассмотрена модель формирования карты кругового осмотра объекта.

### **Модель динамики осмотра объекта на маршруте.**

Согласно ей на участках маршрутов в отдельных их местах образуются  $N$  опорных точек. В опорной точке маршрут делает азимутный изгиб. Поэтому для анализа траектории необходимо было находить, из какой опорной точки взор человека совершал переход к следующей рисунок 2.

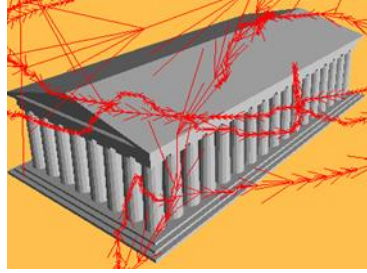


Рисунок 2 – Траектория осмотра 3Dобъекта

Мы считали, что на участке от одной опорной точки к соседней передвижение в ходе осмотра обеспечивается работой одного и того же командного нейрона [4]. Поэтому тип прямолинейного шага или тип дугообразного шага нейрон реализует одинаковый. А за счет многократности запуска нейрона реализуется та или иная длина вектора или дуги. Сколько типов командных нейронов сформировано у субъектов, столько типов разнообразных перцептивных маневров может совершать субъект на маршруте при осмотре объекта. Априори принимается, что субъект не может строить при круговом осмотре объекта перцептивный маневр под управлением одновременно нескольких командных нейронов. Траектория осмотра после ее регистрации представлялась в компьютере в виде векторной матрицы. Стабильность же траектории осмотра объекта, которая детерминируется физиологией индивида, было решено выявлять повторением эксперимента с одним и тем же испытуемым, но путем предъявления ему разных объектов. Стабильность психологических мотивов, свойственных субъекту и детерминирующих траекторию осмотра, было решено выявлять как математический остаток после вычитания из общей траектории маршрута двух первых выявленных слагаемых.

### **Базы данных и алгоритмы поиска в Образном Интернете.**

Разработанная логическая схема и алгоритмы распознавания когнитивных мотивов перцептивных действий человека при обработке образной информации позволяют сформировать базы данных 3D объектов, карт кругового осмотра объектов, траекторий осмотра объектов, индивидуальных параметров субъектов. Сформированные базы данных, логические схемы выявления индивидуальных параметров объектов и субъектов позволят осуществлять поиск сети образного Интернета путем добавления к геометрическим признакам объекта психометрических признаков кругового его изучения субъектом и распознавания когнитивных мотивов.

База данных 3D объектов образного интернета.

База авторизованных пользователей образного интернета.

База данных кругового осмотра объекта субъектом, нормированная по времени.

База данных карт кругового осмотра объекта различными наблюдателя, содержащая статистически усредненное множество карт кругового осмотра одного и того же объекта множеством испытуемых, которое нормировано по времени с целью исключения индивидуальной скорости осмотра.

База данных индивидуальных особенностей карт кругового осмотра объекта субъектами, полученная как результат сравнения индивидуальной карты кругового осмотра объекта субъектом и усредненной карты кругового осмотра объекта различными субъектами.

База данных индивидуальных траекторий осмотра (роза ветров) объектов субъектами.

База данных траекторий осмотра субъектом множества объектов, как результат усреднения индивидуальных траекторий осмотра и исключения общепринятых направлений осмотра (вверх, вниз, влево, вправо).

База данных индивидуальных особенностей траекторий осмотра объектов субъектом, полученная как результат сравнения индивидуальной траекторий осмотра объектов субъектами и усредненной траектории осмотра субъектом различных объектов.

Для решения задачи поиска сходства *объектов* предлагается использовать метод, заключающийся в сравнении параметров карты кругового осмотра объекта субъектом с эталонными по определенному набору признаков картами кругового осмотра и траекторий осмотра объектов с целью подтверждения сходства объектов. Для декомпозиции вариативности карты кругового осмотра объекта была составлена логическая схема отфильтровки физической и физиологической детерминант вариативности от когнитивных детерминантов. Согласно этой схеме стабильность маршрута, которая детерминируется физикой объекта, было решено выявлять путем повторения эксперимента с разными испытуемыми, но с одним и тем же объектом.

С учетом стабильности психологических мотивов, свойственных субъекту и детерминирующих траекторию осмотра, было предложено выявлять схожие *субъекты* как математический остаток после вычитания из общей траектории маршрута индивидуальных особенностей траектории осмотра.

#### **Результаты исследований.**

Вышеописанный алгоритм и модели поиска были экспериментально апробированы. В эксперименте приняло участие 60 студентов. Было получено 60 карт кругового осмотра и траекторий осмотра каждого из 18 объектов. Каждому испытуемому была предъявлена виртуальная модель 3D объекта. Испытуемого не ограничивали в продолжительности осмотра, при этом абсолютное время пребывания внимания испытуемого в каждой опорной точке зависело не только от распределения внимания, но и от индивидуальной скорости осмотра, и от индивидуальной продолжительности сеанса осмотра. Затем испытуемому предъявлялся для осмотра новый трехмерный объект.

Результаты проведенных экспериментов, их статистический анализ подтвердили корректную работу предложенной модели и алгоритма распознавания с приемлемой надежностью решения задачи поиска. Вероятности нахождения сходного объекта составила 65%, а вероятность нахождения схожего субъекта 68%. Для повышения достоверности обнаружения требуется предложить дополнительный набор признаков, однозначно определяющих такую траекторию осмотра объекта, которое отражает мотивированное динамическое поведение по отношению к трехмерному объекту и точкам интереса на этом объекте и также увеличить экспериментальную выборку как объектов, так и субъектов.

#### **Заключение.**

Разработанные алгоритмы и модели позволяют реализовать автоматический поиск схожести между индивидуумами и объектами в образном интернете по характеру движения, по нестандартности действий и поведения по отношению к определенным предметам-объектам индивида. Новизна предлагаемого подхода состоит в распознавании и учете «психологических» факторов, более глубокого уровня, чем физиологические и физические характеристики перцептивного действия как эргономического процесса.

Практическая значимость научных результатов заключается в перспективе перехода к созданию образного Интернета, как информационно-поисковой системы для работы с трёхмерными объектами и панорамами.

Материал подготовлен при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь (№ ГР 20211286)

**Список литературы**

[1] Losik, G., Tkachenko, V., Boyko, I. Bogurina, A. The Participation of View in the Perception of Object with the Variative Shape / G.Losik, V. Tkachenko, I. Boyko, A. Bogurina// World Journal of Ophthalmology & Vision Research August 14, 2019, P. 2-6.

[2] Чубаров С.И. Образный интернет – новое измерение в современном образовании/ С.И.Чубаров// Цифровое общество как культурно-исторический контекст развития человека: сборник научных статей / под общ. ред. Р.В. Ершовой. – Коломна: Государственный социально-гуманитарный университет, 2022–С.269-274.

[3] Вильчук Ю.В. Создание базы тепловых карт осмотра объектов для образного интернета/Ю.В. Вильчук// BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня: сб. научных статей VII Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 19-20 мая 2021 г./ редкол. : В.А. Богущ [и др.]. – Минск: Бестпринт, 2021. – С.361-367.

[4] Соколов, Е. Н. Векторная психофизиология: от поведения к нейрону / Под ред. Е. Н. Соколова, А. М. Черноризова, Ю. П. Зинченко. – Москва: Московский государственный университет, 2019. – 768 с.

[5] Лосик Г.В., Бойко И.М., Ткаченко В.В., Чубаров С.И. Векторное кодирование информации у человека о сходстве явлений/ Г.В. Лосик, И.М. Бойко, В.В. Ткаченко, С.И. Чубаров// Цифровое общество как культурно-исторический контекст развития человека: сборник научных статей / под общ. ред. Р.В. Ершовой. – Коломна: Государственный социально-гуманитарный университет, 2022–С.171-176.

**«IMAGEABLE INTERNET» AND SIMILARITY SEARCH PROBLEMS**

**S.I. CHUBAROV**

*Doctor of Physics and  
Mathematics, Associate  
Professor of the Department of  
Information Technologies in  
Education, BSPU  
chubarov@bspu.by*

**G.V. LOSIK**

*Doctor of Psychology, Chief  
Researcher of Joint Institute for  
Informatics Problems of the  
National Academy of Sciences of  
Belarus  
georgelosik@yahoo.com*

**Yu.V. VILCHUK**

*Post-graduate student of BSUIR,  
head of the electrical laboratory  
of JSC "MMZ named after S.I.  
Vavilov - the management  
company of the holding  
"BelOMO"  
yrawest@gmail.com*

**Abstract.** The modern trend of the Internet is the transition to a three-dimensional space. The paper considers algorithms and a model of information search based on the “imageable Internet” using electronic databases and software tools for registering, storing, searching and processing information for the “imageable Internet” about three-dimensional objects by adding psychometric signs of its circular study to the geometric features of the object.

**Keywords:** 3D technology, figurative Internet, circular inspection map, inspection trajectory, search model.