

Сокращение времени картографического анализа технических данных автоматизированной системы обработки информации (АСОИ)

06, июнь 2015

Гонсалес Х. К.¹, Галкин В. А.^{1,*}

УДК: 681.5

¹Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

*galkin@bmstu.ru

1. Постановка задачи

Автоматизированные системы обработки информации (АСОИ) являются решениями конкретных задач. В большинстве случаев, задачи решаются накоплением огромного объема технической информации, которая должна быть обработана на сервере, и расположена в определенной базе данных интернет пространства [1]. Одна из главных задач на этом уровне обработки данных – интерпретация результатов и принятие решений в краткосрочный период времени.

Для быстрого и эффективного анализа данных, передаваемых с разных географически расположенных точек, часто используются географические информационные системы. В разработку таких систем, входят разные научные составляющие, обеспечивающие анализ в области сбора, обработки и предоставления информации о свойствах контролируемых объектов, такие как системный и структурный анализ, моделирование и теория принятия решений [2].

Анализ данных в таких системах проводится человеком, взаимодействующим с органами управления системы – человеком-оператором (ЧО). Так же, имеют место специализированные системы принятия решений, которые на основе полученной «сырой» информации (*raw data*) ведут процесс обнаружения закономерностей и позволяют автоматически дать приблизительный вывод о поведении контролируемого объекта.

Одна из главных задач автоматизированных систем с участием ЧО для принятия решения, исходя из визуально обработанной информации в режиме реального времени, состоит в сокращении этого времени восприятия и интерпретации большого количества данных, показанных на карте. При сборе большого количества таких показателей и их помещении на карте, быстрая интерпретация, региональная группировка по выделенным показателям и вывод результатов в реальном времени становятся критичными. Так, для ви-

зуального представления технической информации автоматизированной системы обработки технических данных, описанной в работах [3],[4] и [5], в виде картографического интерфейса (КИ) возникает проблема своевременного анализа результатов сбора технической информации конечного Интернет-пользователя. Таким образом, основная задача состоит в разработке картографического интерфейса с такими характеристиками, которые позволят сократить время анализа человеком- оператором технических показателей, представленных на географической карте.

Возможность сократить время принятия решения для систем, в которых технические показатели отражают некое поведение предоставленной пользователю интернет-услуги, позволит произвести быстрый географический анализ качества предоставляемой услуги и отреагировать на возможные возникшие проблемы.

Для этого, предлагается использовать эргономические подходы восприятия информации и структурный анализ интерпретации данных.

2. Структурный анализ КИ.

В общем понятии, геоинформационная система (ГИС) – информационная система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение пространственно – координированных данных (пространственных данных) [6].

Картографический интерфейс (КИ) в данной системе используется в качестве интерактивного отображения географической информации в стандартном веб – браузере. Его цель состоит в отображении технической информации, собранной на удаленном клиенте, и позволяет следить за состоянием отдельных показателей услуги в определенных географических районах, а так же определить общие проблемы услуги и предпринять шаги для их устранения. Такие способы, так же известные как пространственные системы поддержки принятия решений (SDDS¹), разработаны для предоставления пользователю вариантов решений, полученных на гибкой основе анализа географической информации [7]. Человек-оператор, в контексте картографического интерфейса, имеет конкретные функциональные возможности, такие как визуализировать общие технические показатели в виде символических изображений, и оценить предоставленную услугу в конкретном районе.

Организация и оптимизация данных предполагает организацию информации, сформированную на базе знаний о технической ситуации контролируемых показателей. Необходимо полностью управлять имеющим информационным пространством, исходя из определения существующих возможностей. Так, например, следуя модели, разработанной в [8], можно определить: для некой базы знаний (B_p), имеется информация (I) – сведения об объектах, явлениях и т.п., которую можно представить в виде модели информации $m(I)$ на картографическом интерфейсе (S). Если для соотношения $S \in I$, выделено некоторое свойство x , то таким же свойством обладает и $m(I)$:

$$\forall I \subset \{B_p\}: (I|x)S \Rightarrow (m(I)|x)S \quad (1)$$

¹ *Spatial decision support system*

Это означает, что, в КИ можно использовать различные формы и способы организации информации, но главное состоит в передаче смысла информации, имея возможность представления различных, но эквивалентных информационных сообщений. Восприятие смысла сообщения определяется как верное восприятие ЧО информации, расположенной в базе знаний переданной КИ. Определим восприятие информации ЧО как:

$$K((m(I)_k|x_n)S) \quad (2).$$

Выражение (2) получает значение 1 – если данные соответствуют исходной информации из базы знаний $(I_i|x_n)$, то есть, смысл информации правильно передан; или 0, если информация не сходится. Задача оптимизации анализа технических показателей представленных на КИ заключается в минимизации времени восприятия $(K \Rightarrow \min f(t))$.

Таким образом, стоит определить информационную модель данных – $\{m(I)\}$, свойства, которыми обладают визуальные переменные информационной модели – $\{x\}$, и найти оптимальное сочетание переменных и свойств, которое позволило бы минимизировать функцию восприятия – K .

3. Определение информационной модели КИ.

На данном этапе исследования стоит задать вопрос: что именно необходимо передать ЧО в виде символического изображения? Идеально – передать как можно больше информации в одном простом изображении и достичь оптимального восприятия групповой информации на карте (при большом количестве пользователей).

В системах ГИС традиционно использование символов, которые позволяют при правильном сочетании визуальных параметров, хранить и передавать много информации за короткое время. Для этого, необходимо чтобы используемая система символов была четкой, а так же имела определенные методы их оценки [9].

Для такой системы, как автоматизированная система обработки данных конечного Интернет – пользователя, описанной в [3-5] и рассчитанной для 2000 пользователей мультисервисных сетей [10], передающих информацию технических показателей услуги «доступ в Интернет» каждые 30 минут, исходной информацией из базы знаний (I) являются данные, полученные на этапе сбора их с ПК конечного пользователя:

- информация о передаваемых файлах: идентификатор, пользователь, название, и сведения о дате собранной информации;
- данные устройства подключенного к Интернет – услуге: сведения о компьютере, ОС;
- данные сетевого уровня: техническая информация сетевого устройства, MAC и IP адреса, публичный адрес;
- данные скорости передачи информации (вверх/вниз) и гистограмма эффективного распределения скорости;
- сведения задачи технического ICMP – теста, и показатели результата данного теста: количество прыжков, времена выполнения, статус;

- сведения задачи технического НТТР - теста, и показатели результата данного теста: количество переданной информации, времени выполнения, результаты;
- данные ошибок на сетевом уровне (переданных пакетов);
- данные ошибок на уровне операционной системы, связанные с Интернет – подключением.

Информация (I), представляет множество возможной технической информации, передаваемой на сервер. Для определения информационной модели $m(I)$, используются только показатели, которые влияют на предоставленное качество услуги. Для нашего частного случая, информационная модель $m(I)$ представлена в таблице 1.

Таблица1. Информационная модель для частной АСОИ технических показателей качества Интернет – услуги

№	Информация ($m(I)_i$)	Атрибут	Значение атрибута (j)
1	Доступность к услуге	Доступ к предоставляемым оператором Интернет – ресурсам	Да
			Нет
2	Ошибки сети	Средний показатель ошибок передачи данных через сетевое устройство за последние два часа	0 – 20%
			20 – 40%
			40 – 60%
			60 – 80%
			80 – 100%
3	Скорость навигации	Средний показатель максимальных значений скорости передачи данных (вверх/вниз) в течение последних двух часов	0 – 256 Kbps
			256 – 512 Kbps
			512 Kbps – 1 Mbps
			1– 5 Mbps
			> 5 Mbps
4	Задержка сети	Количественный средний показатель задержки сети после проведенных ICMP тестов в ПК пользователя, в течение последних двух часов	0 – 30 мсек
			30 – 100 мсек
			> 100 мсек
5	Оператор	Интернет – провайдер, предоставляющий услугу	А
			В
			С

Данная модель будет использована на входе функции восприятия информации человеком – оператором (1), и была разработана в качестве примера для частной технической задачи. Для загрузки информации о модели в географическую базу данных нашего примера, будем использовать следующую двух размерную нотацию: $m(I)_{ij}$, где i – информация, переданная ЧО: { *Доступность к услуге*, *Ошибки сети*, ... }, а j – значение атрибута переданной информации: { *Да*, *Нет*, *0-20%*, *20 – 40%*, ... }.

4. Определение параметров визуальных переменных.

Определение параметров информационной модели важно для анализа восприятия ЧО $K = f(t)$ как функции времени. Параметры являются факторами для лучшего восприятия глубины на карте, и таким образом, распознавания изображения и статуса, который представляет объект информационной модели. Эти параметры, они же «визуальные переменные», способны обеспечить лучший эффект глубины изображенного объекта. Таким образом, определим следующие параметры информационной модели: позиция, форма, ориентация, цвет, текстура, значение и размер [11].

- Позиция - визуальная переменная, которая определяет местоположение символа на карте по координатам X и Y . В системе позиция определяется как:

$$P = (X, Y)$$

где X, Y – географические координаты (широтá, долготá) определяющие положение точки (символа) на карте.

- Форма – фигура или внешнее определение отличающее символ. Фигура должна определить пользователя на карте и дифференцировать его статус и главные характеристики поведения предоставляемой услуги.
- Ориентация – позволяет обозначить различные состояния одного и того же явления при отсутствии симметрии символов.
- Цвет – самая мощная и распространенная визуальная переменная для проектирования графических символов. Может быть описан в соответствии с его тремя составными: оттенок (длина волны, которая определяет цвет), значение (количество отраженного света) и насыщенность (чистота или интенсивность цвета).
- Текстура – требует, чтобы символ был заполнен видимой структурой. Применение данной переменной состоит в расширении / сокращении этой структуры, при этом, не изменяя цветовые пропорции.
- Значение – относительная темнота внутренней раскраски. Таким образом, черная раскраска (не отражает свет), имеет значение 100%; а белый (отражает весь свет), имеет значение 0%.
- Размер – количественное измерение символа.

На рисунке 1 изображен пример, описывающий визуальные переменные.

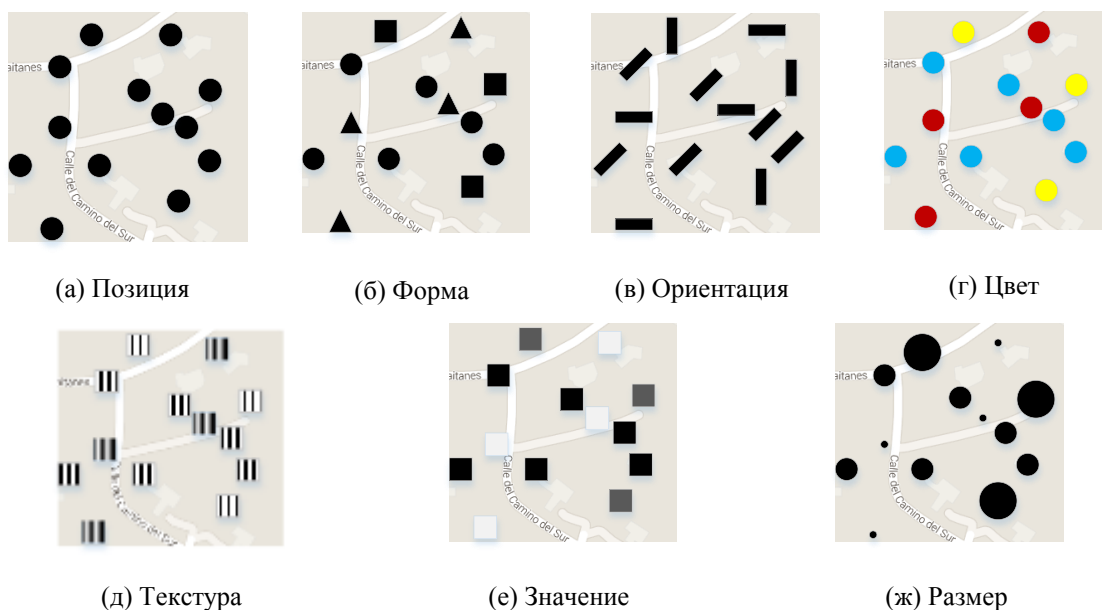


Рис.1 Визуальные переменные проектирования картографического интерфейса

5. Свойства восприятия передаваемой информации

Восприятие информации является сложным процессом, включающим активный отбор на основе сличения воспринятого с прошлым опытом и его эмоциональной оценкой, внимание, классификацию воспринятой информации, что подготавливает след к запоминанию [12]. Информация, поступающая через сенсорные пути, обрабатывается человеческим мозгом, и, в зависимости от способности её восприятия человеком-оператором, будет или не будет совпадать с той, которая находится в базе знаний ($I \in \{B_p\}$). Правильное сочетание визуальных переменных в значительной мере, будет напрямую влиять на степень восприятия человеком-оператором полученной информации.

Можно выделить четыре свойства восприятия визуальных переменных, применимые к визуальным объектам: ассоциативность, селективность, упорядоченность, и количественность [13].

- Ассоциативность – визуальная переменная имеет ассоциативное свойство, если при ее применении на один символ, не увеличивает или уменьшает его видимость.
- Селективность – визуальная переменная имеет селективное свойство, если при ее применении на группу символов, осуществляет самостоятельную группировку объектов по различным категориям.
- Упорядоченность – визуальная переменная имеет свойство упорядоченности, если применяемые объекты самостоятельно могут быть размещены в определенном порядке.
- Количественность – визуальная переменная имеет количественное свойство, если порядок может быть выражен в терминах величин или пропорций.

В таблице 2 показано наличие каждого свойства для всех визуальных переменных, рассматриваемых в данной работе.

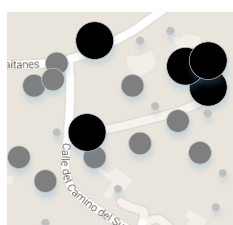
Таблица 2. Свойства восприятия визуальных переменных

	Ассоциативность	Селективность	Упорядоченность	Количественность
Позиция	√	√	-	-
Форма	√	-	-	-
Ориентация	√	-	-	-
Цвет	√	√	-	-
Текстура	√	√	-	-
Значение	-	√	√	-
Размер	-	√	√	√

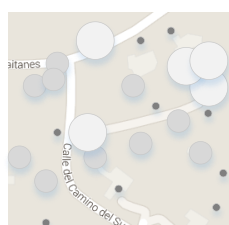
Считается, что свойство находящееся «правее» от другого в таблице 2, имеет большее значение уровня восприятия (уровня организации информации на карте).

Для того чтобы достичь наилучшего восприятия информации, нужно выбрать те переменные, которые помогут полнее отобразить информативную составляющую (например цвет и размер, форма и ориентация). Также, задача состоит в выборе комбинации свойств, которые передадут лучший эффект восприятия. При выборе комбинации свойств, нужно учесть следующие правила:

- Если на объект применяются визуальные переменные с одинаковыми базовыми свойствами, то уровень организации принимает вид наивысшего свойства. Эффект этого наивысшего уровня усиливается, если все переменные имеют идентичные свойства. Например, применение к объекту переменных «форма» и «ориентация», придает данному объекту сильно ассоциативное восприятие (обе переменные имеют это свойство). Если применить к объекту переменную «значение» с переменной «размер», то, учитывая одинаковые «базовые» свойства этих переменных, усиливается количественное свойство восприятия.
- Применение переменных должно осуществляться в одном направлении, чтобы достигнуть желаемого эффекта усиления. Например, при комбинации переменных «значение» и «размер», усилить эффект количественного восприятия позволит назначение наибольшей относительной темноты на объекты с наибольшим размером. К отрицательному эффекту приведет назначение переменных в разных направлениях, как показано на рисунке 5.



(а) - положительный



(б) – отрицательный

Рис.2.Эффекты комбинации переменных с одинаковыми свойствами

- Если свойство не присутствует во всех комбинированных переменных, результирующее восприятие становится слабее. Например, «размер» (количественное свойство) + «форма» (не количественное) дает слабо количественный результат восприятия.
- Если при комбинации присутствует «диссоциативная» переменная, эта переменная будет доминировать в комбинации. Например, «значение» (диссоциативная) + «ориентация» (ассоциативная) = диссоциативное восприятие.

6. Выбор множества свойств восприятия информационной модели

Учитывая требования к информационной модели нашего частного примера, можно резюмировать выбор визуального объекта следующим образом:

- Должен поддерживать группировку объектов по различным категориям, каждая из которых представляет один оператор связи -> **селективность**.
- Должен показывать наличие доступности к услуге (имеет или нет пользователь доступ к Интернет – ресурсам) -> **селективность**.
- Должен поддерживать классификацию (отражает задержку и ошибки сети) -> **упорядоченность**.
- Должен представить скорость навигации соответственно количественному показателю -> **количественность**.

Далее, представлены элементы множества свойств информационной модели (X) – значения визуальных переменных:

- **Цвет (селективность)**: свойство элемента $m(I)_{5j}$ информационной модели, определяющего оператора связи. Используется базовая тональная шкала: красный – оранжевый – желтый – зеленый – голубой – синий – фиолетовый, как показано на следующем рисунке.



Рис.3. Базовая шкала, определяющая цвет объекта КИ, для элемента «оператор связи» информационной модели

Стоит отметить, что учитывая правило ограничения кратковременной памяти (удерживает примерно семь единиц информации) [14], при увеличении количества операторов, рекомендуется «группировать» их в объединенные цвета.

- **Текстура (селективность)**: свойство элемента $m(I)_{1j}$ информационной модели, определяющий наличие доступности к услуге (есть или нет доступа в Интернет). В данном случае, классификация имеет два значения: да и нет, поэтому, текстура будет представлена обозначениями, показанными на рисунке 4.



Рис.4 Символические изображения, определяющие текстуру объекта

- **Значение (упорядоченность):** свойство элементов $m(I)_{2j}$ и $m(I)_{4j}$ информационной модели, определяющие ошибки и задержку сети. Интервалы классов распределения данных соответствуют количеству интервалов значений атрибутов элементов, то есть от 1 до 5 (см. таблицу 1).

Величина переменной, а именно относительная темнота внутренней раскраски объекта, имеет вид арифметической прогрессии и определяется формулой:

$$Зн = 20 \cdot (6 - k_i) (\%)$$

где k_i – номер класса (1 – 5). Таким образом, относительная темнота внутренней раскраски объекта (визуальная переменная «значение»), принимает величину от 100% для класса 1 до 20% для класса 5. Далее, представлен пример для объекта синего цвета.

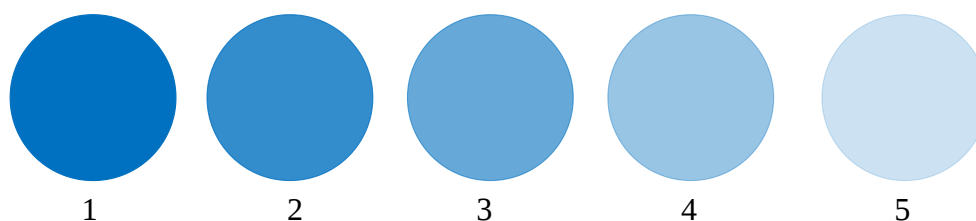


Рис.5 Представление визуальной переменной «значение», для пяти классов отражающих ошибки и задержку сети.

- **Размер (количественность):** свойство элемента $m(I)_{3j}$ информационной модели, определяющий скорость навигации. Интервалы классов распределения данных, соответствуют количеству интервалов значений атрибутов элемента, то есть от 1 до 5 (см. таблицу 1).

Величина переменной, а именно размер объекта, определяется по радиусу окружности, как показано в таблице 3.

Таблица 3. Определение визуальной переменной «размер»

Класс	Радиус окружности
1	7
2	13
3	18
4	30
5	38

Размеры визуальных объектов представлены на следующем рисунке.

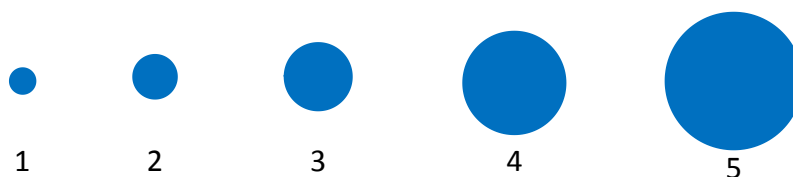


Рис. 6. Размеры визуальных объектов, в соответствии с интервалом класса, к которому принадлежит скорость передачи данных

Для обращения к множеству свойств восприятия информационной модели будем использовать следующую двух размерную нотацию: x_{ij} , где i – визуальная переменная: { *Цвет, Текстура, ...* }, а j – значение визуальной переменной передающее свойство восприятия визуального объекта, для нашего частного примера. Таким образом, полное определение информационной модели и значения визуальных переменных, $(m(I)_{ij}|x_{kl})$, представлено в таблице 4.

Таблица 4. Значения и свойства информационной модели

№	$m(I)_{ij}$		x_{kl}	
	Информация	Значение атрибута	Визуальная переменная	Значение свойства
1	Доступность к услуге	Да	Текстура	
		Нет		
2	Ошибки сети	0 – 20%	Значение	100%
		20 – 40%		80%
		40 – 60%		60%
		60 – 80%		40%
		80 – 100%		20%
3	Скорость навигации	0 – 256 Kbps	Размер	7
		256 – 512 Kbps		13
		512 Kbps – 1 Mbps		18
		1 – 5 Mbps		30
		> 5 Mbps		38
4	Задержка сети	0 – 30 мсек	Значение	100%
		0 – 30 мсек		80%
		30 – 100 мсек		60%
		30 – 100 мсек		40%
		> 100 мсек		20%
5	Оператор	А	Цвет	Зеленый
		В		Синий
		С		Красный

7. Совместная работа выбранных переменных

После выбора символов (объектов), визуальных переменных, а так же свойства восприятия, которые по требованиям к системе должны предоставлять наибольшее количество информации на карте, предстоит реализовать совместную работу этих показателей. В этом пункте, представляются сочетания визуальных переменных, и проверяется наличие эффекта восприятия спроектированного на ранних этапах данного исследования.

- **Переменная «цвет».** Пример представлен на рисунке 7.

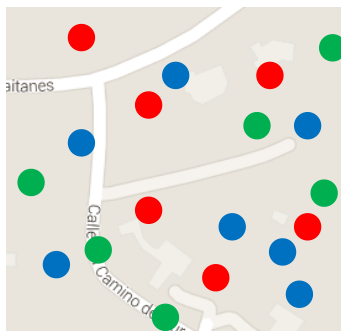


Рис. 7. Пример КИ с использованием визуальной переменной «цвет»

На примере можно оценить наличие желаемого эффекта восприятия, на карте осуществляется самостоятельная группировка объектов по различным категориям – операторы, предоставляющие услугу (свойство селективность).

- **Переменные «цвет» + «текстура».** Пример представлен на рисунке 8.

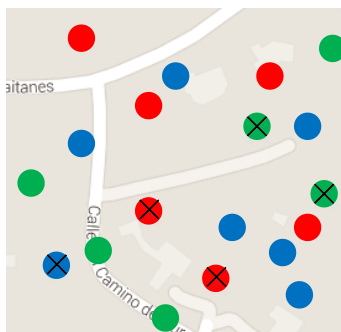


Рис. 8. Пример КИ с использованием визуальных переменных «цвет» и «текстура»

В данном примере также можно оценить наличие желаемого эффекта восприятия, на карте осуществляется самостоятельная группировка объектов по различным категориям – операторы предоставляющие услугу и пользователи, не имеющие доступ к услуге (свойство селективность). Как было определено на этапе проектирования, эффект этого наивысшего свойства усиливается.

- **Переменные «цвет» + «текстура» + «значение».** Пример представлен на рисунке 9.

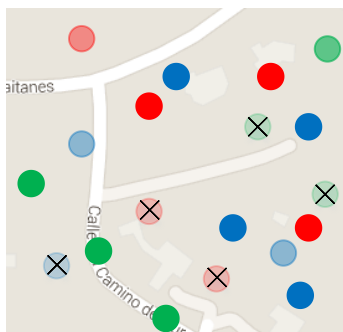


Рис. 9. Пример КИ с использованием визуальных переменных «цвет», «текстура» и «значение»

На рисунке можно оценить, как использование очередной переменной, позволяет достигнуть эффекта восприятия самостоятельной упорядоченности объектов, представляющие интервалы технических показателей – ошибок и задержки сети. Также видно, что эффект восприятия предыдущих свойств не теряется.

- **Переменные «цвет» + «текстура» + «значение» + «размер».** Пример представлен на рисунке 10.

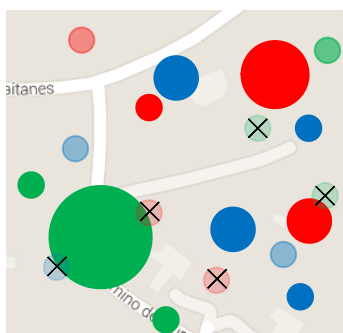


Рис. 10. Пример Ки с использованием визуальных переменных «цвет», «текстура», «значение», и «размер»

В последнем примере, проверяется наличие эффекта количественного восприятия, который отражает скорость передачи данных в контексте интервалов определенных классов. Так же, усиливается восприятие предыдущих свойств.

8. Экспериментальный анализ подхода

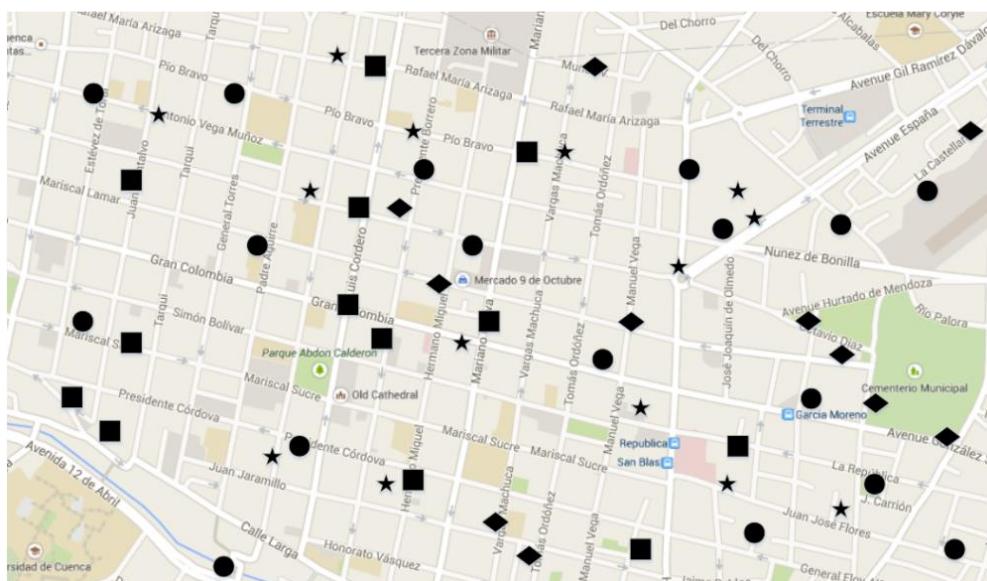
Чтобы убедиться в правильности выбора переменных и передачи желаемого эффекта (восприятие желаемых свойств), была реализована экспериментальная проверка интерфейса. Для этого, были определены экспериментальные карты, первая часть из них – с

применением переменных, которые не содержат все желаемые свойства для передачи человеку оператору, а другая – содержит все выбранные на этапе проектирования переменные. В таблице 5 подробно описываются критерии, использованные в эксперименте.

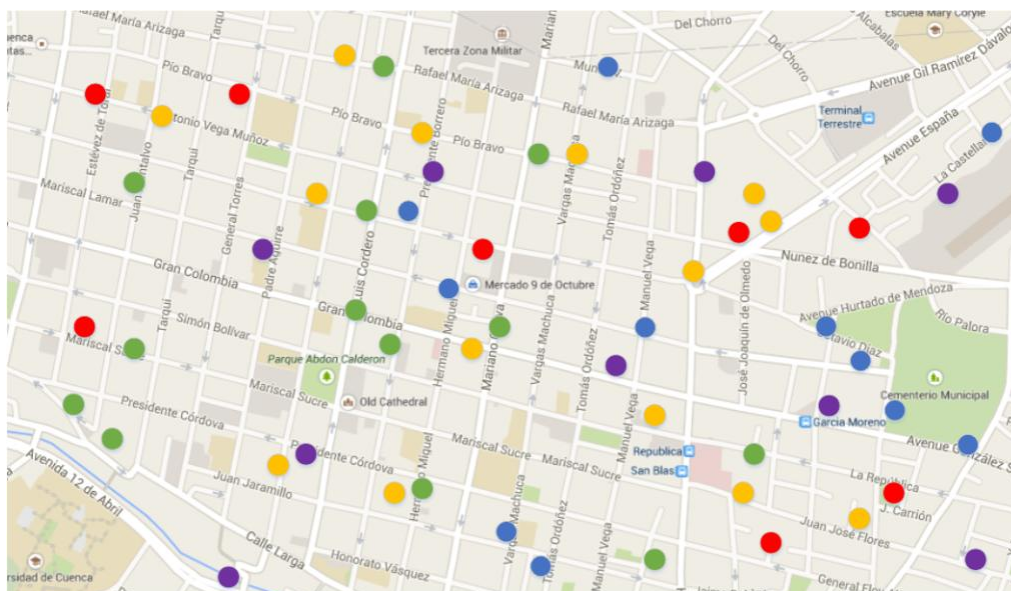
Таблица 5. Критерии, использованные в эксперименте.

No	Желаемое свойство	Задача для ЧО	Переменная	
			1я часть эксперимента	2я часть эксперимента
1	Селективность	Выделить группы символов на карте	Форма (не селективная)	Цвет (селективная)
2	Селективность		Ориентация (не селективная)	Текстура (селективная)
3	Упорядоченность	Различить районы на карте, по характеристикам символов (возрастают в соответствии с переменной)	Цвет (не упорядоченная)	Значение (упорядоченная)
4	Количественность	Различить количественные районы на карте, где величины зависят от переменной	Форма (не количественная)	Размер (количественная)

На рисунке 11, показаны примеры карт, для первого эксперимента (передать желаемое свойство – селективность). Для первой части эксперимента, применяется визуальная переменная, не обладающие свойством «селективность» (форма), а для второй – переменная, обладающая этим свойством (цвет). Задача ЧО состояла в распознавании количества разных групп на карте.



(a)



(б)

Рис.11. Пример КИ, эксперимент распознавания количества групп используя (а) переменные без желаемого свойства, (б) переменные с желаемым свойством («селективность»)

В эксперименте принимали участие 21 человек оператор, не имеющих особых технических навыков. Результаты проведенного эксперимента представлены в таблице 6.

Таблица 6. Результаты эксперимента картографического интерфейса.

No	Правильные ответы		Среднее время (минуты) ($K = f(t)$)	
	1я часть (не используя желаемые свойства)	2я часть (используя желаемые свойства)	1я часть	2я часть
1	85,71%	85,71%	4,35	2,85
2	90,48%	90,48%		
3	100%	100%		
4	66,67%	85,71%		
	85,71%	90,48%		

Как показано в таблице, желаемый результат, отраженный в проценте правильных ответов (функция восприятия (2) принимает значение 1), достигается почти в равных значениях для первой и второй части эксперимента (85,71% - 90,84%). Можно выделить задачу распознавания количественного свойства используя переменную «форма» (не обладающая этим свойством), которая была достаточно сложной для ЧО (66,67% правильных ответов). Конкретно, задача состояла в распознании районов города, где скорость Интернета в два раза больше скорости заданного района (скорость определялась формой объекта для первой части эксперимента, и размером объекта для второй). Это доказывает что, если не использовать правильную переменную, сложно обеспечить самый высокий уровень восприятия (организации информации на карте) – «количественность».

Однако, несмотря на то, что желаемый результат в виде правильных ответов был получен в обоих случаях, при использовании правильных переменных результат достигается за меньшее время (2,85 мин. против 4,35 мин., что обеспечивает выигрыш во времени 34.48%). Это доказывает, что правильное использование временных переменных позволяет сократить время анализа технических показателей на карте.

Выводы

Распознавание и группировка технических показателей АСОИ с использованием картографической информационной системы, могут быть рассмотрены как задача сокращения времени восприятия человеком – оператором визуальных объектов для анализа ситуации и принятия решений. По результатам проведенных теоретических и экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Структурный анализ картографического интерфейса позволил выделить составляющие функции восприятия информации и определить переменные визуальных объектов, обладающие свойствами интерпретации информации.
2. Определение и назначение визуальных переменных позволило достичь желаемого суммарного эффекта восприятия, не уменьшая отдельные эффекты каждого свойства переменных.
3. Экспериментально подтверждено, что, используя значения временных переменных в соответствующих шкальных интервалах технических показателей системы, сокращается время анализа информации на 34,48% при более, чем 90% превышении правильно воспринятой информации для нетренированных операторов.

Стоит отметить, что такой подход может быть применен для расширения технических показателей, которые могут быть переданы оператору через картографический интерфейс.

Список литературы

1. Калиногорский Н.А. Основы практического применения интернет-технологий. Новокузнецк, 2014, 197с.
2. Геоинформатика / А.Д. Иванников, В.П. Кулагин, А.Н. Тихонов, В.Я. Цветков. – М: МАКС Пресс, 2001. 349 с.
3. Гонсалес Х.К., Галкин В. А. Постановка задачи о разработке автоматизированной системы обработки технических данных конечного интернет-пользователя республики Эквадор // Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э.Баумана. Электрон. журн. 2013. № 10. Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/640684.html> (дата обращения 20.02.2015).
4. Гонсалес Х.К. Этапы разработки ПО и решение задач сбора технических данных конечного Интернет – пользователя // Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э.Баумана. Электрон. журн. 2014. № 1. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/699574.html> (дата обращения 21.02.2015).

5. Гонсалес Х.К., Галкин В. А. Анализ и синтез программного обеспечения сбора технических данных конечного Интернет – пользователя. // Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э.Баумана. Электрон. журн. 2014. № 11. Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/file/735786.html> (дата обращения 21.02.2015).
6. ГИС ассоциация. Географическая информационная система. Режим доступа: <http://www.gisa.ru/13058.html> (дата обращения 20.02.2015).
7. Densham P. J. (1991) *Spatial decision support systems*, In: D. J. Maguire, M. S. Goodchild and D. W. Rhind (eds) *Geographical information systems: principles and applications* // London: Longman, pp. 403 - 412.
8. Меняев М.Ф. Концептуальные основы моделирования интерактивного информационного пространства // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2011. № 6. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/file/504701.html> (дата обращения 21.02.2015).
9. Бернабе М.А., Мансо М.А. Принципы дизайна интерфейсов, применяемых к картографическим серверам // Группа работы Политехнического Университета Мадрида. 2011. Режим доступа: http://redgeomatrica.rediris.es/JIDEE_2004_Zaragoza/Princip_dise%96o.pdf (дата обращения 22.02.2015).
10. Ибрагимов Б.Г., Мамедов И.А., Ибрагимов Г.Г. Исследование пропускной способности звена мультисервисных сетей передачи неоднородного трафика, Телекоммуникации. 2012. № 7. С. 43.
11. Бертин Д. Признаки диаграмм. Диаграммы, сети, карты (Sémiologie Graphique. Les diagrammes, les réseaux, les cartes). Париж. 1967.
12. Вейн А.М., Каменецкая Б.И. Память человека. М.: Наука, 1973. 209 с.
13. Бернабе М.А., Итурриоз Т. Элементы картографического проектирования. Мадрид: E.U.I.T.T., 1995, 305с.
14. Когнитивная психология / Р. Солсо. — 6-е изд. — СПб.: Питер, 2006. — 589 с.