

## Digital Earth как метод визуализации

А.Я. Аноприенко<sup>1</sup>, Е.Н. Ерёмченко<sup>2</sup>, С.В. Клименко<sup>3</sup>  
 anoprien@gmail.com|eugene.eremchenko@gmail.com|stanislav.klimenko@gmail.com

<sup>1</sup>ДонНТУ, Донецк, ДНР;

<sup>2</sup>МГУ, Москва, Россия;

<sup>3</sup>ИФТИ, Протвино, Россия

*В работе даётся краткий обзор научных результатов, достигнутых при разработке концепции «Цифровой Земли» (Digital Earth) как нового метода геопространственной визуализации. Рассматриваются проблемы создания типологии визуализации и влияние этой концепции на семиотику. Описывается ход встраивания концепции в системы управления национального и континентального уровней в качестве среды поддержки принятия решений.*

**Ключевые слова:** Цифровая Земля, визуализация, неогеография, типология, семиотика.

## Digital Earth as Visualization Approach

A. Ya. Anoprienko<sup>1</sup>, E. N. Eremchenko<sup>2</sup>, S. V. Klimenko<sup>3</sup>  
 anoprien@gmail.com|eugene.eremchenko@gmail.com|stanislav.klimenko@gmail.com

<sup>1</sup>DonNTU, Donetsk, DPR;

<sup>2</sup>Lomonosov MSU, Moscow, Russia;

<sup>3</sup>ICPT, Protvino, Russia

*In the article the brief review of scientific results achieved at the developing of Digital Earth concept as new approach for geospatial visualization is provided. Impacts of this concept on semiotics and the problem of visualization's typology are assessed. Process of embedding the concept in the management systems of the national and continental levels as an environment for decision support, is considered.*

**Keywords:** Digital Earth, visualization, neogeography, typology, semiotics.

### 1. Введение

Практическая реализация концепции Цифровой Земли в виде Google Earth в 2005 году вызвала кризис в картографии, поскольку новый геосервис очевидным образом не подпадал под определение географической карты. В ходе возникшей полемики внимание было сконцентрировано на проблеме сравнительного анализа всего многообразия различных геопространственных продуктов за всю их историю. Одной из особенностей этого анализа явилась его беспрецедентная ретроспективная база — первые «настоящие» карты возникли, вероятно, не позднее чем за 8600 лет до нас и претендуют быть старейшими знаковыми системами.

При этом возникла естественная потребность систематизировать результаты анализа в виде классификации различных режимов визуализации в географии, а также попытаться выделить существенные классификационные признаки, отражающие внутреннюю логику эволюции картографического метода — т.е. выработать типологию геопространственных визуализаций. При этом обнаружилось парадоксальные семиотические свойства новых геопродуктов. Масштабы возникших проблем и их отчётливо междисциплинарный характер, а также рост прикладной значимости концепции Цифровой Земли, ставший явным уже в 2017 году, позволяют говорить о целесообразности рассмотрения возникшего комплекса проблем с точки зрения научной визуализации как самостоятельной междисциплинарной исследовательской области.

### 2. Дискуссия

Концепция «Цифровой Земли» была выдвинута в 1998 году тогдашним вице-президентом США Элом (Альбертом)

Гором [17] в виде госзаказа на разработку качественно новой среды для визуализации геопространственной информации. При этом концепция опиралась на широко распространённые представления о том, каким должен быть «идеальный» географический продукт с точки зрения обычных пользователей<sup>1</sup>. Спустя 7 лет после выступления А. Гора, в 2005 году, эта концепция нашла своё воплощение в геосервисе Google Earth [16].

Новизна, неожиданность и необычность Google Earth породили многочисленные вопросы и вызвали настоящий кризис в картографии. Новый продукт не только не соответствовал классическому определению географической карты во всех традиционных вариантах её реализации (обычные и электронные карты, ГИС и т.д.), но и явно противоречил ему в каждом из элементов без исключения.

Так, официальный российский ГОСТ 21667-76 определяет карту как [элементы определения выделены авторами] «1) построенное в картографической проекции, 2) уменьшенное, 3) обобщенное 4) изображение поверхности Земли, поверхности другого небесного тела или внеземного пространства, 5) показывающее расположенные на них объекты в определенной системе условных знаков» [3]. Вместе с тем очевидно, что реализованная в Google Earth концепция не предполагает обязательного использования ни одного из пяти элементов определения карты и, следовательно, не может быть отнесена к классу географических карт (рис. 1).

1 См., например, М. Булгаков, Мастер и Маргарита: «Маргарита наклонилась к глобусу и увидела, что квадратик земли расширился, многокрасочно расписался и превратился как бы в рельефную карту.» [2]



**Рис. 1.** Изображение одного и того же участка местности на карте (слева) и в Google Earth (справа). В последнем случае удаётся воссоздавать ракурсы просмотра обстановки, невозможные с точки зрения классической картографии.

При этом столь же очевидно, что Google Earth относится к предметной области, которую исторически принято идентифицировать как «картография». Следовательно, речь должна идти о существовании как минимум двух различных классов геопространственных продуктов — а, следовательно, о необходимости классификации всего их многообразия и выделения факторов, определяющих внутреннюю логику научной эволюции — т. е. типологизации.

Противоречие между очевидным отнесением Google Earth к картографии и столь же очевидным несоответствием его определению карты интенсивно обсуждалось в первые годы после появления Google Earth. В ходе этих дискуссий обозначились три основные группы позиций: 1) никакой качественной новизны в Google Earth нет и быть не может — это та же карта, улучшенная благодаря использованию неких инновационных технологий; 2) Google Earth является характерным представителем нового класса геопространственных продуктов, получивших условное обозначение «неогеография», полностью обособленных от классической «картографии», находящихся в состоянии противоборства с последней и фактически уже окончательно победивших её; 3) Google Earth стал итогом качественного развития картографического метода, и тем самым — новым научным принципом, преодолевшим ограничения, имманентно присущие картографическому методу в его классическом варианте.

Первая точка зрения постепенно сошла на нет, поскольку было очевидно отсутствие в Google Earth каких-либо специфических технологий и/или социальных практик, которыми можно было бы объяснить достигаемый с его помощью качественно новый уровень геопространственной визуализации. В Google Earth и в Цифровой Земле используются, конечно, наряду со старыми и новые технологии, однако каждая из них давно применяется и в классических картографических продуктах, и в ГИС, не приводя при этом к появлению какого-либо нового качества.

Вторую точку зрения отстаивал автор термина «неогеография» Эндрю Тёрнер [26], первым попытавшийся дать определение этому термину. Ему удалось проиллюстрировать методологическую изолированность неогеографии от классических карт и ГИС, однако его утверждение о наличии между ними непримиримой борьбы, уже увенчавшейся победой одной из сторон<sup>2</sup>, следует, по всей видимости, признать преувеличением.

Третья точка зрения нашла выражение в первом эмпирическом определении неогеографии, сформулированном на рубеже 2007-2008 гг. Оно фактически обособило как отдельный класс Google Earth и его аналоги и тем самым отождествило Цифровую Землю и неогеографию.

<sup>2</sup> См., напр., презентацию Э. Тёрнера «Как неогеография уничтожила ГИС» (How Neogeography killed GIS) [27].

В этом определении [5] были выделены три признака, отличающие неогеографию от карт:

- 1) отказ от обязательного использования картографических проекций, использование непосредственно географических координат;
- 2) представление геопространственного контекста не опосредующими его картографическими условностями, но непосредственно растровыми изображениями — данными дистанционного зондирования;
- 3) использование гипертекстовых механизмов, в первую очередь для доступа к семантике.

Каждый из трёх вышеперечисленных признаков не является достаточным сам по себе, однако сочетание всех трёх позволяет получить принципиально новый режим геопространственной визуализации, отличный от карт и картографических продуктов. Режим этот обеспечивает одновременно всемасштабность и всеракурсность и достигается за счёт использования не редуцированных массивов данных. Карта, наоборот, является итогом необратимой трёхэтапной редукции исходных данных в процессе 1) проецирования, 2) генерализации, и 3) отнесения исходных данных к конечному набору объектных слоёв. Digital Earth, наоборот, позволяет обеспечить интерактивное и бесшовное изменение одновременно и ракурса просмотра сцены, и эффективной дистанции до неё как раз за счёт отсутствия обязательной редукции исходных данных.

Указанные признаки прямо противоречат базовым принципам классической картографии<sup>3</sup>, в силу чего можно говорить о возникновении нового принципа визуализации геоданных, отличного от картографического. При этом новые информационные продукты допускают включение в них любых картографических продуктов — мир карт и ГИС оказывается «погруженным» в гетерогенный мир Digital Earth, становясь одной из его возможных компонент [24]. Любая карта может быть визуализирована в среде Digital Earth — в то время как обратное невозможно.

Отнесение карт и Цифровой Земли к одной и той же предметной области, качественное различие обоих типов продуктов и этапность их возникновения позволяют разработать типологию картографической визуализации, т. е. классифицировать режимы геопространственной визуализации по их существенным признакам, отражающим логику их внутреннего развития. Следует отметить, что классификация и «цифровых земель», и в особенности карт — хорошо разработанная тема, которой посвящены многочисленные работы и целые научные направления (см. например, работы [1, 19]). В то же время создание единой классификации всех геопространственных продуктов от карт до Цифровой Земли является одновременно и новой, и актуальной темой.

В качестве классификационного признака для создания типологии логично выбрать степени свободы в выборе ракурса просмотра сцены и детальности её отображения в силу их фундаментальности. Обеспечение свободы, т. е. возможности произвольно, бесшовно и интерактивно изменять ракурс просмотра и удалённость от сцены, нуждаются в реализации в продуктах свойств полимасштабности и полиракурсности, а также, в случае

<sup>3</sup> «Why, then, do we still flatten the Earth and still teach the frustrating mathematical complexity of map projections? Why did Google adopt the Web Mercator projection for Google Maps, instead of its own virtual globe? Now that most of the original reasons for projecting have disappeared.» [15]

геопространственной визуализации, достоверного отображения геопространственного контекста. При таком выборе классификационных признаков мы можем разделить всё множество геопространственных продуктов на два основных класса — класс одномасштабных и однокурсных продуктов (обычные и цифровые карты, ГИС), класс внесмасштабных продуктов (Цифровая Земля) и два промежуточных, паллиативных класса — глобусы и геопорталы [13] (рис. 2).

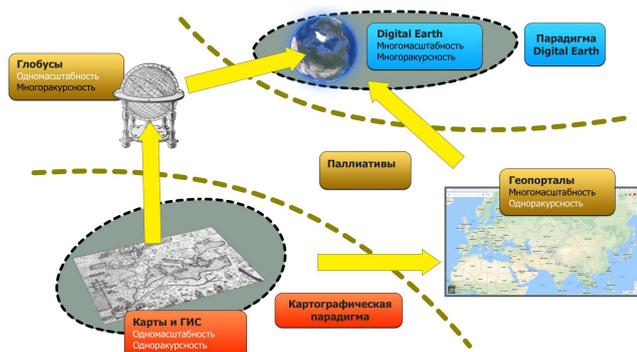


Рис. 2. Типология геопространственных визуализаций

Интересна ретроспектива развития геопространственных методов. Самой древней из известных науке полноценных географических карт, при создании которой осознанно были использованы все три фундаментальных принципа классической картографии, является, по-видимому, карта неолитического населённого пункта Чатал-Гуок в Малой Азии на территории нынешней Турции, с достаточной степенью надёжности датированная 6600 г. до н.э. [25]<sup>4</sup>. Тем самым карта Чатал-Гуока оказывается как минимум в два раза старше самых древних из египетских пирамид и сопоставима по возрасту с древнейшими образцами знаковых писем.<sup>5</sup> При этом на протяжении всей последующей истории человечества метод классической картографии принципиально не менялся — вплоть до наших дней, когда появилась Цифровая Земля. Но ни одно из уже обозначившихся направлений при этом своего развития не прекратило — например, появились цифровые глобусы, хотя они и имеют заведомо ограниченную функциональность и носят преимущественно имиджевый характер.

Можно ли распространить предложенную типологию картографических визуализаций на всю область научной визуализации? Данную постановку вопроса следует считать оправданной и актуальной [6], ведь типология визуализаций отсутствует, отсутствуют зачастую даже базовые определения отдельных методов. Так, по всей видимости, отсутствует дефиниция голографической визуализации как таковой, т.е. именно как специфического метода визуализации, в то время как методики создания голограмм и восстановления облика предметов и сцен с их помощью изучены весьма подробно. Парадоксальность такой ситуации подчёркивает востребованность голографии именно как специфического метода визуализации; она была даже предвосхищена и детально описана в литературе ещё до изобретения не только голографии, но даже лазера [8].

Идея голографической визуализации интуитивно понятна — это всеракурсность, позволяющая произвольно, интерактивно и бесшовно выбирать ракурс просмотра сцены. Востребованность такого режима визуализации очевидна. Однако столь же очевидно, что всеракурсность в визуализации должна дополняться ещё и всемасштабностью, позволяющей при необходимости визуализировать объект или сцену не только под любым ракурсом, но и в максимально широком диапазоне масштабов и без отрыва от контекста, в который погружена сцена. Особенно это необходимо в том случае, если отображаемой сценой выступает Земля или произвольный район Земли.

Классическая голография как метод получения и последующего восстановления частично-объёмных изображений обеспечить всемасштабность не может. В то же время в Цифровой Земле сочетаются и всемасштабность, и всеракурсность. Такой режим было предложено назвать «сверхголографией» [7]. С точки зрения предложенной типологии этот режим является предельным. Вопрос о необходимости включения в типологию визуализации других классификационных признаков (например, спектральных характеристик, наличия стереоскопии, и т.д.) нуждается в дальнейшем рассмотрении.

Всемасштабности удалось достичь благодаря использованию растровых изображений, не нуждающихся в генерализации и позволяющих обеспечить исключительно большой динамический диапазон. Так, в Google Earth мозаики, построенные из космических снимков высокого (субметрового) и низкого разрешения (LandSat), позволяют обеспечить уже сейчас, с доступными на рынке данными дистанционного зондирования разрешением около 0,5 м, корректное моделирование обстановки при изменении масштаба на 7-8 порядков, и нет никаких технических ограничений для ещё большего расширения этого диапазона за счёт всё более и более детальных данных. Такая гибкость разительно контрастирует с классическими картами, применимыми лишь в строго определённом масштабе и в строго определённой проекции. Цифровая Земля обеспечивает высокую эффективность визуализации, резкое снижение затрат за счёт отказа от необходимости формирования и обновления карт в широком диапазоне масштабов, и одновременно является существенной проблемой для семиотики — ведь новое качество достигается парадоксальным образом за счёт то ли возврата к простым и «примитивным» знакам, то ли отказа от использования знаков вообще.

С точки зрения семиотики, носителями информации могут являться знаки и только знаки, а сама информация определяется как мера знаков, или объём данных. В картографии используются и классические картографические знаки, и изображения, которые также считаются специфическими знаками — так называемыми знаками иконическими, или наглядными. Отождествление изображений со знаками<sup>6</sup> следует признать оправданным в том случае, когда изображение создавалось человеком и субъективно в силу этого. Но правомерно ли отнесение изображений, полученных аппаратным способом — например, данных дистанционного зондирования — к иконическим знакам и к знакам вообще? Современная

4 Необходимо отметить, что в работе [21] взгляд на находку в Чатал-Гуоке как на географическую карту оспаривается.

5 Тёртерийские таблицы — древнейшие образцы знаков в Европе — примерно на тысячу лет моложе [20]

6 “Изобразительный, или иконический знак подразумевает, что значение имеет единственное, естественно ему присущее выражение. Самый распространенный случай - рисунок.” Ю. Лотман [9].

аппаратура позволяет получать изображения чрезвычайно высокого качества, которые всё труднее отличать от прямого восприятия обстановки посредством органов чувств. Более того, из них поэтапно исключается даже такой минимальный источник субъективизма, как выбор композиции (глобальные мозаики космоснимков, сферические панорамы, сферическое видео). Постепенно стирается грань между восприятием обстановки с помощью геовизуализации и прямым, не опосредованным условностями восприятием. Оправданно ли современную геовизуализацию рассматривать в качестве знаковой реальности, или же речь должна идти о принципиально ином механизме передачи информации, не нуждающемся в знаках вообще?

Данный вопрос следует отнести к существенным проблемам современной семиотики. Она описывает знаковую, искусственную реальность, что изначально предполагает генезис знаков из незнаковых существей. Это подразумевает наличие восприятий, знаками не являющихся. Более того, описание знаковой реальности обязано сопровождаться ясным выделением знаков из «не-знаков», поскольку в противном случае мы приходим к ситуации порочного круга — любое восприятие по необходимости трактуется как проявление знаковой реальности, что обесмысливает саму идею знака. В то же время, семиотика и тем более картосемиотика не исследуют пороговую область между знаками и не-знаками, нулевыми знаками, неявно утверждая отсутствие иных средств восприятия обстановки, нежели знаки.

Для преодоления данного парадокса было предложено ввести в семиотику понятие о «нулевом знаке» [4] по аналогии с нулём в математике для обозначения существей, которые, не являясь знаками, способны передавать информацию и воссоздавать метрически достоверный образ обстановки. К таковым следует отнести данные дистанционного зондирования. В настоящее время предложение о введении в семиотику понятия о «нулевом знаке» и распространение его на данные дистанционного зондирования является предметом дискуссий [12]<sup>7</sup>.

### 3. Адаптация концепции Цифровой Земли

Появление концепции Цифровой Земли привело к образованию Международного Общества Цифровой Земли (International Society for Digital Earth, ISDE). Общество было зарегистрировано в Китае в 2006 году как неправительственная и некоммерческая международная организация, ставящая своей целью поддержку академических контактов, научных и технологических инноваций, образования, а также международного сотрудничества в создании Цифровой Земли.

Существенный импульс развитие Цифровой Земли получило десятилетие спустя после запуска Google Earth, когда доминировавшее на начальном этапе представление о Цифровой Земле как о технологической и социальной инновации сменилось растущим пониманием её как нового научного принципа в картографии и, вероятно, новой научной революции междисциплинарного и

общецивилизационного значения [14] в терминах теории научных революций Т. Куна [23].

Важным фактором развития Цифровой Земли стала континентальная инфраструктурная евразийская инициатива, известная как «Шёлковый пояс и путь». В апреле 2017 года под эгидой ISDE был основан альянс «Цифровой Шёлковый Путь» (Digital Silk Road Alliance, DSR), целью которого является формирование системы поддержки принятия решений континентального масштаба в рамках сообществ «Шёлковый Пояс» и «Шёлковый Путь» на базе трёх основных подходов: Цифровой Земли, Больших Данных, и космических данных дистанционного зондирования [18]. Менее чем месяц спустя первый проект континентального масштаба на базе Цифровой Земли анонсировала Австралия, выделив на эти задачи \$15,3 млн. Проект «Цифровая Земля Австралия» ставит своей целью создание обновляемого каждые пять суток покрытия континента и прилегающих акваторий космоснимками разрешением 10 м [28]. Наконец ещё через месяц, 22 мая 2017 года, совещание по вопросам политики в области дистанционного зондирования Земли прошло у Президента РФ; одновременно с этим Роскосмос анонсировал концепцию «Цифровой Земли» в качестве основы новой долгосрочной национальной политики России в области мониторинга Земли из космоса. Поставлена задача создания и периодического обновления покрытия всей планеты космическими снимками как глобальной геопространственной основы, необходимой для создания Цифровой Земли [10].

### 4. Заключение

Концепция Цифровой Земли была выработана как средство преодоления ограничений, имманентно присущих классическому картографическому методу, и привела к качественному скачку в области картографии. Новый картографический метод возник на базе новых технологий и социальных практик, но ни в коей мере не сводится только лишь к ним. Его основой является новый научный принцип, исключающий необходимость необратимого редуцирования данных и сводящийся к переходу от использования математического аппарата проекций к математическому аппарату подобия. Сравнительный анализ особенностей двух геопространственных методов позволил предложить типологию методов визуализации в картографии на базе двух существенных классификационных признаков — многоаккурности и многомасштабности.

Достичь такого результата удалось вследствие отказа от использования опосредующих реальность картографических знаков в качестве главного средства представления общегеографического контекста — в этом качестве их заменили прямые изображения местности, получаемые средствами дистанционного зондирования. С точки зрения семиотики эта ситуация парадоксальна, поскольку, на первый взгляд, противоречит доминирующей тенденции поэтапного перехода от простейших наглядных знаков-изображений ко всё более сложным и более абстрактным знакам и означает возврат то ли регрессию к иконическим знакам, то ли замещение знаков не-знаковыми носителями информации — нулевыми знаками». [11].

С 2017 года началось активное включение концепции «Цифровой Земли» в системы управления в качестве среды для поддержки выработки решений в Австралии (проект «Цифровая Земля Австралия»), в Евразии (альянс «Цифровой Шёлковый Путь»), а также в России (проект «Цифровая

<sup>7</sup> Понимание логической неполноты семиотики без представления о нулевой исходной сущности присутствовало и раньше, однако, по всей видимости, лишь в качестве метафоры. См., например: «Peirce's basic triad: 'One, Two, Three'. 'One' is preceded by 'Zero', that 'emptiness' from whence the sign emerged» [22].

Земля»). Активное вовлечение Цифровой Земли в процессы управления свидетельствует о её высокой актуальности и о необходимости её дальнейшего изучения как специфического метода визуализации.

В целом можно отметить, что результаты, полученные в ходе разработки концепции Цифровой Земли, очевидным образом не просто выходят за рамки очередной сугубо технологической инновации, но и имеют отчётливые признаки смены научной парадигмы и в этом качестве заслуживают критического анализа с междисциплинарных позиций.

## 5. Благодарности

Работа выполнена при частичной поддержке грантов РФФИ №16-07-00955 А и 17-55-53109.

## 6. Литература

- [1] Багров, Лев. История картографии. - М.: ЗАО Центрполиграф. 2004. - 319 с. ISBN 5-9524-1078-2.
- [2] Булгаков, М.А. Мастер и Маргарита. - СПб.: «Азбука-Классика», 2006. - с. 416.
- [3] ГОСТ 21667-76. Картография. Термины и определения (с Изменением 1, 2). Статья 10 — Карта. Дата введения с и з м е н е н и я м и № 2 — 2 4 . 0 5 . 2 0 0 1 . <http://docs.cntd.ru/document/gost-21667-76> Проверено: 18 июня 2017 г.
- [4] Ерёмченко Е.Н. Концепция знака в контексте неогеографии // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2016. №1. С. 49-54.
- [5] Ерёмченко Е. Н. Неогеография: особенности и возможности // Материалы конференции «Неогеография XXI-2009» IX Международного Форума «Высокие технологии XXI века». Москва. 22–25 апреля 2008 г. 2008. - 170 с.
- [6] Ерёмченко Е.Н., Клименко С.В. К вопросу о типологии методов научной визуализации. Материалы конференции SCVRT2015-16. 2016. Протвино. С. 12-14.
- [7] Ерёмченко Е. Н., Тикунов В. С. Голографические возможности визуализации в географии. Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2016. № 2. С. 22–29.
- [8] Ефремов И. Тень минувшего. Москва. Книга по требованию. 1945 (издание 2011) - 40 с.
- [9] Лотман Ю.М. Семиотика кино и проблемы киноэстетики. Т а л л и н : Ээсти Р а а м а т , 1 9 7 3 . [http://lib.ru/CINEMA/kinolit/LOTMAN/kinoestetika.txt\\_with-big-pictures.html](http://lib.ru/CINEMA/kinolit/LOTMAN/kinoestetika.txt_with-big-pictures.html) Проверено: 24 июня 2017 г.
- [10] Роскосмос. Проект «Цифровая Земля» стимулирует рост российской экономики. <https://www.roscosmos.ru/23571/> Accessed June 24, 2017.
- [11] Соломоник, А.. Наглядность в знаках // Геоконтекст. 2014. №1. сс. 31-38.
- [12] Соломоник, А. Неогеография и картография: семиотическая оценка // Геоконтекст. 2013. №1. сс. 14-25.
- [13] Eremchenko E., Tikunov V., Ivanov R., Massel L., Strobl J. Digital Earth and evolution of cartography. “4th International Young Scientist Conference on Computational Science, 2015” *Procedia Computer Science*. 2015. pp. 235-238.
- [14] Geospatial Revolution Project. The Pennsylvania State University. 2010. <http://geospatialrevolution.psu.edu/> Accessed: September 8, 2015.
- [15] Goodchild, M. Perspectives on the new cartography (Commentary). *Environment and Planning A*. 2015, volume 47, pages 1341–1345 doi:10.1177/0308518X15594911
- [16] Google Earth. <http://earth.google.com> Accessed June 29 2017.
- [17] Gore, A. The Digital Earth: Understanding our planet in the 21st Century. Al Gore speech at California Science Center, Los Angeles, California, on January 31, 1998.
- [18] ISDE10 held in Australia. <http://www.digitalearth-isde.org/news/804> Accessed June 24, 2017.
- [19] Kyeong P., Eunmi C.. The Enhanced Classification of Earth Globes. *ICAMG-8 Conference Paper*. 2015. [https://www.researchgate.net/publication/283007830\\_The\\_Enhanced\\_Classification\\_of\\_Earth\\_Globes](https://www.researchgate.net/publication/283007830_The_Enhanced_Classification_of_Earth_Globes) Accessed June 24, 2017.
- [20] Lazarovici G., Merlini M. New Archeological data refering to Tartaria tablets. *Documenta Praehistorica XXXII*. Univerza v Ljubljani. 2005. pp. 205-219.
- [21] Meece, S. A bird’s eye view - of a leopard’s spots. The Çatalhöyük ‘map’ and the development of cartographic representation in prehistory. *Anatolian Studies* 56:1-16. 2006. [http://www.isde5.org/al\\_gore\\_speech.htm](http://www.isde5.org/al_gore_speech.htm) Accessed June 03, 2017
- [22] Merrell, F. Charles Sanders Pierce's Concept of the Sign. *The Routledge Companion to Semiotics and Linguistics*. Edited by Cobley P. N. Y.: Routledge, 2001. pp. 28-39.
- [23] Kuhn, T. *The Structure of Scientific Revolutions*. The University of Chicago, Chicago, 1970 (2nd edition, enlarged), 210 p.
- [24] Leonov A., Serebrov A., Anikushkin M., Belosokhov D., Bobkov A., Eremchenko E., Frolov P., Kazanskiy I., Klimenko A., Klimenko S., Leonova V., Rashidov A., Urazmetov V., Aleynikov A., Droznin V., Dvigalo V., Leonov V., Samoylenko S., Shpilenok T.. Virtual story in cyberspace: Valley of Geysers, Kamchatka. UNESCO Natural Heritage in Cyberworld // in Proc. CW2010 International Conference on CyberWorlds, 2010, Singapore, October 20-22, ISBN: 978-0-7695-4215-7, pp.247-253. DOI 10.1109/CW2010.38
- [25] Schmitt A., Danisik M., Aydar. E, et al. Identifying the Volcanic Eruption Depicted in a Neolithic Painting at Catalhoyuk, Central Anatolia, Turkey. *PLoS ONE*. V.9. I. 1. January 2014. pp. 1-9.
- [26] Turner, A. *Introduction to neogeography*. Sebastopol, CA: O’Reilly. 2006. P. 54.
- [27] Turner A. How neogeography killed GIS.. Presented at AGI UK GeoCommunity. 2009. <http://docslide.us/technology/how-neogeography-killed-gis.html> Accessed Sep 08, 2015.
- [28] ‘World first’ Digital Earth Australia announced in Federal Budget. <http://www.spatialsource.com.au/company-industry/world-first-digital-earth-australia-announced-federal-budget> Accessed June 24, 2017.

## Об авторах

Аноприенко Александр Яковлевич, кандидат технических наук, профессор Донецкого национального технического университета. Его e-mail [anoprien@gmail.com](mailto:anoprien@gmail.com).

Ерёмченко Евгений Николаевич, научный сотрудник географического факультета Московского государственного университета имени Ломоносова, руководитель группы «Неогеография», научный сотрудник ГНЦ ПМБ, член совета и сопредседатель Outreach Committee ISDE. Его e-mail [eugene.ermchenko@gmail.com](mailto:eugene.ermchenko@gmail.com).

Клименко Станислав Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор Московского физико-технического института, научный руководитель кафедры МФТИ, директор Института физико-технической информатики (Протвино). Его e-mail [stanislav.klimenko@gmail.com](mailto:stanislav.klimenko@gmail.com).