

Цифровая Земля: геопространственная революция и ее мировоззренческие последствия

ЕВГЕНИЙ ЕРЁМЧЕНКО

Региональный центр мировой системы данных по географии;
Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова (МГУ),
Россия, eugene.eremchenko@gmail.com.

Ключевые слова: Цифровая Земля; научная революция;
геоконтекст; знак; данные дистанционного
зондирования, карта.

В работе рассматривается так называемая Цифровая Земля — новая концепция организации геопространственной информации, сформулированная и реализованная на практике на рубеже XX–XXI веков. Обсуждается история создания Цифровой Земли, анализируются основные особенности, отличающие ее от известных прежде географических инструментов, такие как всемасштабность и всеракурсность. Предлагается типология способов геовизуализации, включающая карты, атласы, глобусы и Цифровую Землю, явившуюся итогом эволюции геопространственных методов. Обсуждаются факторы, позволившие обеспечить Цифровой Земле ее новые функциональные возможности. Главным из них стало широкое использование изображений для формирования геопространственного контекста в отличие от классических геовизуализаций, в которых геоконтекст задавался с помощью картографических знаков. Данная

особенность позволяет поставить и обсудить вопрос о семиотике геоконтекста. Делается вывод о том, что семиотические особенности Цифровой Земли могут трактоваться как парадоксальные. Их анализ позволяет выдвинуть гипотезу о возможности существования иного, нежели знаки, носителя метрически точной и достоверной информации о геопространственном контексте, и о том, что такой носитель можно считать «нулевым знаком» в семиотике по аналогии с нулевым знаком в частной знаковой системе — математике. В рамках такого подхода Цифровая Земля предстает гетерогенной информационной системой, использующей беззнаковые средства, мозаики данных дистанционного зондирования, для формирования геоценетрического каркаса и позволяющей включать в него любые иные геопространственные продукты в качестве элементов. Кратко обсуждаются возможности Цифровой Земли как новой управленческой парадигмы.

Введение

ЛУЧШЕ один раз увидеть воочию, чем тысячу раз пытаться воспринять что-либо опосредованно знаками — эта истина не нова и многократно отражена в поговорках разных народов. Ее правота в очередной раз подтвердилась в 2005 году, когда в нашу жизнь внезапно ворвался *Google Earth* — невиданная прежде модель Земли, в корне отличающаяся от привычных карт и глобусов. Ее появление ознаменовало начало так называемой «геопространственной революции»¹. Счет загрузкам *Google Earth* быстро пошел на миллиарды², сходо сделав ее одним из самых популярных приложений за всю историю сети Интернет.

Перемены, как и всякая (и особенно научная³) революция вообще, поначалу вызвали смятение⁴, хотя были заранее предсказаны и подробно обоснованы, причем на весьма авторитетном и убедительном уровне. Альберт Гор, занимавший в 1993–1999 годах пост вице-президента США и прославившийся своими визионерскими идеями, сформулировал в 1998 году концепцию новой системы управления *Digital Earth* (Цифровая Земля), фактически выдав от имени вашингтонской администрации госзаказ на ее разработку⁵. Семь лет спустя она воплотилась в *Google Earth*. Впрочем, сама идея давно носилась в воздухе⁶, неодно-

1. Geospatial Revolution, см. URL: <https://www.geospatialrevolution.psu.edu/>.
2. К десятой годовщине *Google Earth*, отмечавшейся в 2015 году, количество загрузок клиентского приложения превысило 2 млрд (*Askay S. Google Earth Turns 10 Today* // *Google Earth*. 29.06.2015. URL: <https://blog.google/products/earth/google-earth-10th-birthday/>).
3. Кун Т. Структура научных революций. М.: АСТ, 2003. С. 32.
4. Ерёмченко Е. Н. и др. Картография: между двумя парадигмами // *Геоконтекст*. 2018. Т. 6. № 1. С. 12–36.
5. Gore A. The Digital Earth: Understanding Our Planet in the 21st Century. Speech given at the California Science Center, Los Angeles, California, on January 31, 1998 // *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. May 1999. Vol. 65. № 5. P. 528–530.
6. Разработка в 1990-е системы *TerraView*, предтечи *Google Earth*, и драматичная история ее взаимоотношений с компанией *Google* стала главным сюжетом популярного сериала «Код на миллиард долларов» (2021).

кратно и в деталях предвосхищалась задолго до Гора, в том числе и в России⁷.

В 2023 году трудно отрицать, что появление полтора десятилетия тому назад Цифровой Земли одномоментно, радикально и необратимо изменило судьбы человечества, поэтому случившееся стоит осмыслить. Для этого первым делом необходимо разобраться в том, что такое Цифровая Земля, на примере ее хрестоматийного образца — геосервиса *Google Earth*.

1. Что такое Цифровая Земля

Понять *Google Earth*, увидев его, гораздо проще, нежели читая о нем. Тем не менее попробуем вкратце описать его особенности.

При загрузке *Google Earth* перед пользователем на экране компьютера возникает наша планета, парящая в голубой дымке на фоне звездного неба (рис. 1а). Она послушна его воле — может плавно поворачиваться во всех плоскостях, приближаться к любой точке на Земле или в околоземном пространстве или удаляться от нее. Земля видна такой, какая она есть — ее образ задан высококачественными космическими снимками, трехмерными моделями рельефа суши и дна океана, метеоснимками и т. д. Образ Земли изначально лишен привычных картографических знаков, однако они также могут отображаться при необходимости.

Как и любая информационная система, *Google Earth* имеет интерфейс. Он позволяет изменять положение наблюдателя и отличается простотой и лаконичностью. Однако эта простота не имеет ничего общего с примитивностью и парадоксальным образом наглядно показывает, насколько проще, естественнее и удобнее управлять информацией с помощью ее непосредственного восприятия, нежели с помощью опосредованных множеством условий, знаков и функций проекционных моделей — карт и глобусов, обычных и электронных.

Космоснимки — основа *Google Earth*. Их разрешение уже составляет один метр и лучше, и качество постоянно растет. Они идеально подходят для восприятия обстановки — ведь именно с таким разрешением видны невооруженным глазом ориентиры на открытой местности. Наложённые на глобальную модель рельефа, космические снимки создают завораживающий своей достоверностью образ местности в любых, самых укромных уголках Земли (рис. 1б).

7. Ерёмченко Е. Н. Предыстория концепции Цифровой Земли // Геоконтекст 2019. Т. 7. № 1. С. 44–53.

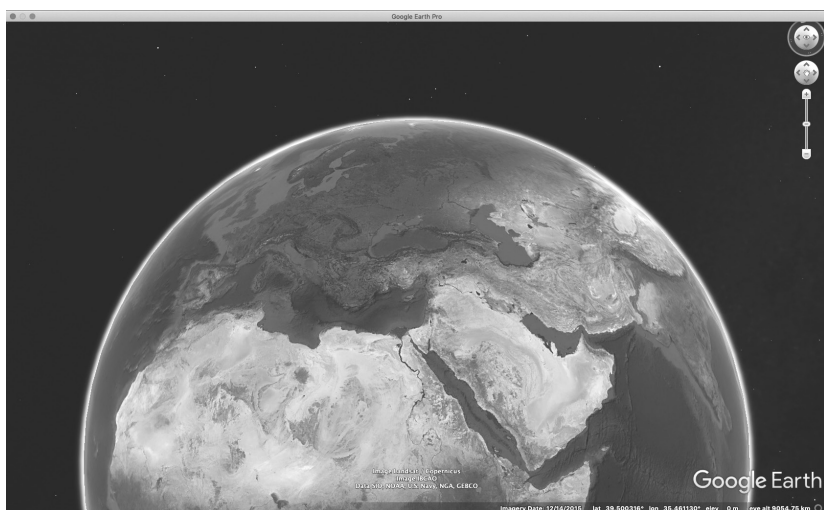


Рис. 1а,б. Сверху вниз: а) Интерфейс программы *Google Earth* с глобальным видом планеты. б) Вид вершины К2 (Гималаи) в *Google Earth*. Источник: <https://earth.google.com/>.

Объекты можно наблюдать под любыми ракурсами (режим голографии), обеспечивая полноту визуального восприятия. Однако помимо голографичности, то есть возможности просмотра с разных ракурсов, в *Google Earth* реализована также и многомасштабность, позволяющая просматривать сцену еще и с различного удаления. Такой режим визуализации превосходит голографию и может быть назван *сверхголографией*⁸. *Google Earth* и другие подобные системы

8. Ерёмченко Е. Н., Тикунов В. С. Голографические возможности визуализации в географии // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2016. № 2. С. 22–29.

активно насыщаются трехмерным контентом, причем его может создавать любой пользователь с помощью встроенных инструментов редактирования. Цифровая Земля — это ни в коем случае не «просто глобус». Это единая глобальная геоцентрическая среда интеграции информации, имеющая своей основой модель поверхности Земли, но ею несколько не ограниченная. Глобус — это лишь каркас для накопления геолокализованных данных.

Что же такое Цифровая Земля? При всей простоте и очевидности дать ее определение оказалось не так просто. Гор в своем выступлении охарактеризовал Цифровую Землю как трехмерную и мультимасштабную глобальную среду интеграции информации, обеспечивающую очень быстрое и эффективное ее восприятие. Эта верная по сути формулировка с появлением Google Earth потребовала уточнения.

Во-первых, в *Google Earth* реализована не просто дискретная трехмерность — но полная объемность, всеракурсность. Пользователь может плавно и интерактивно менять ракурс просмотра без отрыва от геопространственного контекста. Поскольку Цифровая Земля обеспечивает полную интерактивную всеракурсность, она не ограничена какой-либо проекцией и содержит в себе всю полноту информации о планете, из которой пользователь «на лету» создает требуемый ему ракурс.

Во-вторых, термин «мультимасштабность» также многозначен. Карта или глобус имеют всегда один и только один масштаб. Избавиться от этого ограничения до некоторой степени позволил географический атлас — набор карт. Если эти карты имеют разные масштабы, атлас также можно считать ограниченно мультимасштабным. К сожалению, из-за необходимости обобщения, или масштабной генерализации, одни и те же географические объекты могут представляться по-разному или вообще отсутствовать на некоторых масштабах, очертания их границ и иные характеристики (площадь, совокупная длина объектов и т. д.) в общем случае будут отличаться, иногда — разительно. В *Google Earth* же мы видим нечто совершенно необычное — плавное и непрерывное, интерактивное изменение удаленности от Земли, позволяющее наблюдать ее в каждый момент без картографических знаков, с точно соответствующей дистанции и меняющейся вместе с ней детальностью — то есть под соответствующим ей «масштабом». Поэтому в данном случае следует говорить не просто о дискретной мультимасштабности, но о всемасштабности или, точнее, о внемасштабности, поскольку диапазон изменений масштаба принципиально ничем не ограничен. Уже сегодня он составляет 7–8 порядков, и в пределах данного ди-

намического диапазона пользователь может интерактивно и плавно воспроизвести любой уровень детализации в сочетании с любым ракурсом просмотра. Цифровая Земля не ограничена каким-либо масштабом — точно так же как и естественное восприятие, к которому понятие «масштаб» неприменимо в принципе.

Итак, Цифровая Земля является методом представления геоцентрического пространства, не ограниченным ни проекцией, ни масштабом, ни обязательным представлением местности с помощью условных знаков. Сравним это определение с классическим определением карты — например, заданным в отечественном ГОСТ 21667-76⁹, выделив его компоненты. Карта — это:

1. построенное в картографической проекции,
2. уменьшенное,
3. обобщенное изображение
4. поверхности Земли, другого небесного тела или внеземного пространства,
5. показывающее расположенные на ней объекты или явления в определенной системе условных знаков.

Нетрудно отметить, что Цифровая Земля не только не соответствует определению карты, но и прямо противоречит ему во всех пунктах без исключения. Она 1) не ограничивается использованием только лишь картографических проекций, позволяя воссоздавать *ad hoc* любые произвольные ракурсы просмотра, 2) позволяет создавать какое угодно — не только уменьшенное, но и, при необходимости, увеличенное изображение, 3) не нуждается в обобщении (генерализации), 4) не ограничивается только лишь поверхностью Земли или чего бы то ни было, позволяя воссоздавать геоцентрическую среду в ее трехмерности, и, самое главное, 5) делает необязательным использование условных знаков для показа «объектов или явлений». Очередной парадокс, которыми так богата Цифровая Земля — безусловно относясь к тому же классу информационных систем, что и географические карты, *она является не картой, но скорее ее отрицанием*, поскольку предельно недвусмысленно обособлена от карт и невозможна в их мире, как невозможны в нашем мире объекты на гравюрах Маурица Эшера. А ведь еще столетие назад карта считалась единственно возможным географическим инструментом, сутью географии, ее «альфой и омегой»¹⁰.

9. ГОСТ 21667-76. Картография. Термины и определения. М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.

10. «„Карта есть альфа и омега географии“. Эта формулировка как нельзя лучше выявляет соотношение между картой и географией» (Баранский Н. Н., Преображенский А. И. Экономическая картография. М.: Географгиз, 1962.

Цифровая Земля и карты: общее и отличия

Взаимная обособленность карт и Цифровой Земли, очевидная из полярности их определений, делает необходимым введение понятия о геопространственных визуальных инструментах, или геопространственных визуализациях, объемлющих все мыслимое многообразие геопродуктов, включая карты и не ограничиваясь ими, а также их типологизацию. Актуальность этой новой задачи стала совершенно очевидной после появления *Google Earth* в 2005 году.

Автором первой типологии геопространственных инструментов можно считать американского ученого Эндрю Тернера. В своей книге «Введение в неогеографию»¹¹, вышедшей в 2006 году, он предложил разделить их все на два типа: 1) карты и ГИС, под которыми подразумевались классические географические продукты, созданные с использованием картографического метода, и 2) «неогеография» — новые инструменты, очевидно и разительно отличающиеся от прежних «карт и ГИС» и несводимые к ним. Было постулировано противоборство между ними, уже завершившееся к тому времени быстрой и безусловной победой нового — одна из его презентаций была недвусмысленно названа «Как неогеография убила ГИС»¹². Впрочем, граница между типами осталась туманной — описание неогеографии, данное Тернером, было слишком неконкретным¹³, выявить необходимые и доста-

11. Turner A. Introduction to Neogeography. Sebastopol, CA: O'Reilly, 2006. P. 54.

12. Idem. How Neogeography Killed GIS // SlideShare. 02.10.2009. URL: <https://www.slideshare.net/ajturner/how-neogeography-killed-gis>.

13. Неогеография означает «новая география» и представляет собой набор методов и инструментов, которые выходят за рамки традиционных ГИС — географических информационных систем. Если исторически профессиональный картограф может использовать *ArcGIS*, говорить о проекциях Меркатора и Мольвейде и решать споры о земельных участках, то неогеограф использует картографический API, например, *Google Maps*, говорит о *GPX* и *KML*, и ставит геотеги на свои фотографии, чтобы сделать карту своего летнего отпуска.

По сути, неогеография — это использование и создание людьми собственных карт, на их собственных условиях и путем комбинирования элементов существующего набора инструментов. Неогеография — это обмен информацией о местоположении с друзьями и посетителями, помощь в формировании контекста и передача понимания через знание места.

Наконец, неогеография — это удовольствие. Зачем еще людям создавать карту мест съемок телешоу «24» или делиться информацией о месте своего первого поцелуя? Никогда больше вы не будете пытаться вспомнить: «Где была сделана эта фотография?» (Turner A. Introduction to Neogeography. P. 2–3).

точные признаки обеих типов и дать их интенциональные определения не удалось.

Эта задача была решена позднее в России¹⁴. В качестве критерия типологизации было предложено использовать степень полноты естественного визуального восприятия обстановки, определяемую для пользователя возможностью рассмотреть сцену 1) с любого требуемого ракурса (всеракурсность), и 2) с любой требуемой дистанции (всемасштабность). В рамках такого подхода можно выделить четыре возможных типа геовизуализаций:

1. Карты и ГИС (один ракурс, один масштаб).
2. Атласы и геопорталы (один ракурс, несколько дискретным масштабам).
3. Глобусы (все ракурсы, один масштаб).
4. Цифровая Земля (все ракурсы, все масштабы).

Принципиальное различие между этими четырьмя классами можно наглядно продемонстрировать с помощью диаграмм «ракурс-дальность». Такая диаграмма (рис. 2) показывает множество возможных позиций просмотра определенной точки на поверхности Земли в зависимости от ракурса просмотра и от удаленности от нее для различных типов геовизуализаций. Так, для любой карты возможна только одна позиция — точка, представляющая строго определенный масштаб и строго определенную проекцию. Для атласа — это набор из нескольких точек. Глобус представляется линией — полуокружностью, объединяющей всю область допустимых ракурсов просмотра с одной, фиксированной детальностью, определяемой его масштабом. Наконец, Цифровая Земля позволяет просматривать обстановку с любого возможного ракурса и любой возможной дистанции. Это значит, что Цифровая Земля охватывает все остальные типы визуализаций, включая их в себя в качестве частных, вырожденных случаев. Предложенная типология выражает внутреннюю логику эволюции геопространственных инструментов в направлении достижения максимальной информационной насыщенности, простоты и гибкости применения от карт до Цифровой Земли. Карта является начальным методом геопространственной визуализации, Цифровая Земля — наиболее гибким и предельным, завершающим. Остальные два метода носят переходный и паллиативный характер (рис. 3).

14. Baturin Y. M. et al. 3D-Document and Digital Earth // CEUR Workshop Proceedings. 2019. Vol. 2485. P. 155–158.

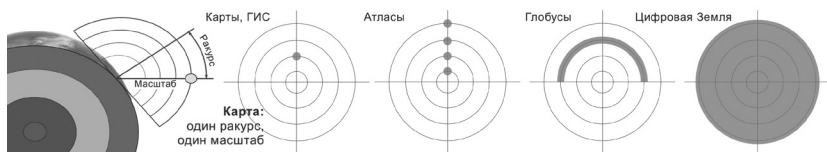


Рис. 2. Представление различных видов геоинформационных систем на диаграммах «ракурс — дальность»¹⁵.

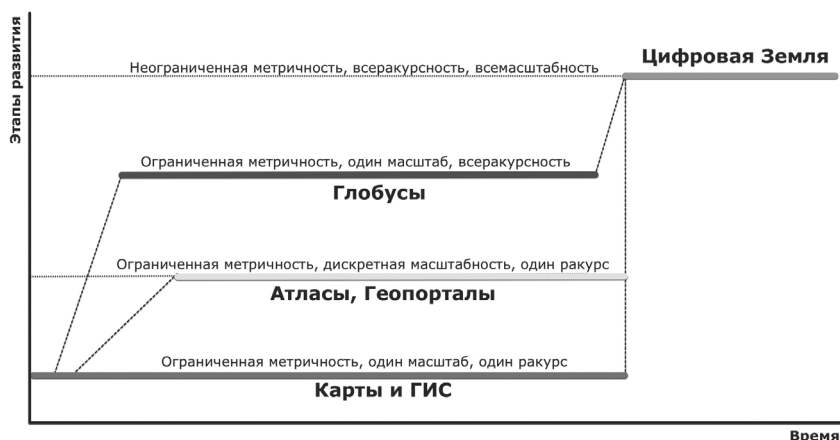


Рис. 3. Эволюция методов геопространственной визуализации¹⁶.

Требования максимальной полноты и гибкости воссоздания обстановки естественны и очевидны. Почему их не удавалось обеспечить ранее? Чтобы ответить на этот вопрос, следует обратиться к семиотике — науке о знаках.

Природа и парадоксы Цифровой Земли

Основной интригой геопространственной революции является вопрос о знаках. Главные особенности Цифровой Земли, всемасштабность и всеракурсность, достигаются передачей геопространственного контекста изображениями вместо картографических знаков. Отказ от знаков позволил избавиться от картографической генерализации, необратимо расчленяющей единый мир на его отдельные масштабные реплики (карты) и на дискретные тематические слои, соответствующие опреде-

15. Eremchenko E. What Is and What Is Not the Digital Earth // CEUR Workshop Proceedings. 2020. Vol. 2744. P. 1–11.

16. Baturin Yu. M. et al. Op. cit.

ленным масштабам. Цифровая Земля впервые позволила увидеть планету с любой дистанции и любого ракурса именно такой, какая она есть.

Непосредственно воспринимаемый субъектом визуальный образ обстановки значительно информативнее, нежели опосредованный условными знаками. Эту особенность отметил еще Гор, указавший в 1998 году на преимущества изображений над знаками при восприятии информации¹⁷. Впрочем, она очевидна и давно уже запечатлена в афоризмах и поговорках. Прямое восприятие, не опосредованное знаками, позволяет формировать полный и достоверный образ обстановки и, следовательно, являющийся информационной моделью. В то же время сегодня считается, что знаки являются единственно возможными носителями информации. Соответственно, возникает вопрос: возможна ли информация без знаков?

С точки зрения семиотики подобная постановка вопроса бессмысленна — информация переносится знаками и только знаками, это неявный постулат семиотики. На отождествлении информации со знаками строится, в частности, ее метрология — информация дискретна и измеряется количеством знаков. Эта же идея запечатлена в определении кибернетики как «науки об управлении, связи и переработке информации»¹⁸. В семиотике любые носители информации обязательно признаются знаками, но лишь относятся к разным их типам, классифицируемым по тем или иным признакам. Например, по степени их абстрактности: от знаков естественных к знакам высоко формализованным¹⁹. Картографические условные знаки, совершенствовавшиеся многие тысячелетия и доведенные до совершенства, обычно относят к символам,

17. «Отчасти проблема связана с тем, как отображается информация. Кто-то однажды сказал, что если попытаться описать человеческий мозг в компьютерных терминах, то это будет выглядеть так, как будто у нас низкая скорость передачи данных, но очень высокое разрешение. Например, исследователи давно знают, что нам трудно запомнить более семи фрагментов данных в нашей кратковременной памяти. Это низкая скорость передачи данных. С другой стороны, мы можем мгновенно усвоить миллиарды битов информации, если они выстроены в узнаваемую картину, в которой каждый бит приобретает смысл по отношению ко всем остальным — например, человеческое лицо или галактика из звезд» (Gore A. *Op. cit.*).

18. Кибернетика // Математическая энциклопедия: В 5 т. М.: Советская энциклопедия, 1979. Т. 2. С. 850.

19. Solomonik A. *The Modern Theory of Cognition*. Newcastle upon Tyne: Cambridge Scholars Publishing, 2021. P. 247.

наиболее абстрактным знакам, в то время как изображения относятся к знакам иконическим, наименее абстрактным и наиболее примитивным, «обозначающим обозначаемое» за счет внешнего сходства с ним. Другими примерами иконических знаков считаются рисунки, пиктограммы и другие изображения.

Эволюция от менее абстрактных ко все более абстрактным знакам рассматривалась в качестве магистральной линии интеллектуального развития человечества. Однако Цифровая Земля своим появлением нарушила эту стройную схему. Внезапно выяснилось, что переход к новому качеству управления достигается не за счет дальнейшего совершенствования картографического символизма, но за счет отказа от использования высоко абстрактных знаков в пользу наиболее примитивных, по крайней мере при передаче геопространственного контекста — простые изображения обеспечивают существенно более высокую эффективность восприятия, нежели знаки. Этот неожиданный на первый взгляд вывод вынуждает по-новому взглянуть на идею знака.

Современные технологии уже позволяют получать изображения очень высокого качества и к тому же непрерывно развиваются. Снимки, в том числе космоснимки, все менее отличимы от ничем не опосредованного прямого визуального восприятия невооруженным глазом. Более того, с появлением новых видов изображений в них постепенно устраняются черты, которые еще позволяли говорить об их искусственности и «знаковости». Так, в сферических панорамах, представленных в *Google Earth* в виде слоя *Street View*, уже нет привычной для фотографии рамки и потому отсутствует даже такой намек на субъективность, как задаваемое автором композиционное построение кадра. Различия между документальными изображениями и непосредственным восприятием стираются. Тем не менее семиотика все равно требует относить все изображения к знакам. Это требование порождает парадокс Цифровой Земли — улучшение качества информационной системы достигается в ней за счет ухудшения качества знаков, их примитивизации, или вообще отказа от них. Нетрудно заметить, что в основе этого парадокса, связанного с отождествлением информации и знаков, лежат как минимум два противоречия.

Во-первых, требование отнесения любых визуальных восприятий к знакам противоречит принципу искусственности знаков — одному из важных и красноречивых умолчаний семиотики. Все знаки предполагаются имеющими искусственное происхождение. А поскольку они созданы субъектом, то, следовательно, должны иметь предпосылки к своему возникновению, побудившие ко-

гда-то субъекта к созданию самых первых знаков и, возможно, продолжающие действовать и поныне. Предполагая любые восприятия знаками, мы вынуждены исключить саму возможность создания знаков и, следовательно, их появления вообще. Если использовать метафору известной схоластической дилеммы о первичности курицы или яйца, то ситуация в семиотике сводится к постоянному появлению кур при принципиальной невозможности появления яиц.

Во-вторых, отождествляя все без исключения чувственные восприятия со знаками, мы обесмысливаем саму идею знака — оба термина лишь дублируют друг друга, делая один из них излишним²⁰.

Причина приведенных противоречий прозрачна — область семиотического в настоящее время не отделена от внешней по отношению к ней реальности (не-семиотического). Попытки распространить семиотику на всю реальность вообще закономерно порождают проблемы. Граница семиотического не определена, что порождает констатации вида «знак обозначает обозначаемое»²¹. Они безошибочны в силу заложенной в них самоочевидной тавтологической неопровержимости, что исключает выход за рамки данной тавтологии и неизбежный вывод о том, что все, что не является знаком, не может обозначать что бы то ни было. Все, что может быть помыслено, является знаком по определению²². Следовательно, все вообще является знаками, что обесмысливает саму идею знака.

Разрешение этой ситуации требует определения границы семиотического, что равносильно поиску ответа на вопрос: может ли нечто, знаком не являющееся, обозначать что-либо? Только ли знак может «обозначать», или имеются иные сущности, не относящиеся к знакам, но также способные «обозначать»? В прагматичной кибернетической постановке этот же вопрос может звучать так: способно ли нечто, знаком не являющееся, формировать образ обстановки, который может быть использован субъектом для восприятия обстановки и принятия целесообразных, точных решений? Соответственно, для этого необходимо ответить на прямо вытекающий из семиотической проблематики вопрос:

20. «Entities should not be multiplied unnecesarily» (Gibbs Ph., Hiroshi S. What is Occam's Razor? // University of California, Riverside Department of Mathematics. 1996. URL: <https://math.ucr.edu/home/baez/physics/General/occam.html>).

21. Бибихин В. Что значит знак? // Bibikhin. Предпол. сер. 1970-х годов. URL: http://www.bibikhin.ru/chto_znachit_znak.

22. «...единственные мысли, которые можно познать, мыслимы в знаках» (Пирс Ч. С. Избр. филос. произв. М.: Логос, 2000. С. 40).

что не является знаком? — и на основе ответа на него дать определение знака. Очевидно, что лишь явное противопоставление знака и не-знака и их сравнительное изучение может помочь в работе определений обоих понятий.

Демаркация границы между знаковым и не-знаковым может найти свое естественное разрешение посредством введения в семиотику представления о нулевом знаке, или о не-знаке, анти-знаке. Его можно определить как сущность, способную — также, как и знак — переносить метрически точный образ обстановки (то есть информацию), но при этом знаком не являющуюся. Вводится он аналогично тому, как ранее нулевые знаки вводились в различные частные знаковые системы — например, в математику. Очевидно, что введение нулевого знака никоим образом не противоречит существующей «семиотике знаков» и не затрагивает ее проблематику, поскольку относится лишь к внешней по отношению к ней реальности.

Нулевые знаки, по-видимому, необходимы в любой знаковой системе. В семиотике они должны быть исключительно своеобразны. Семиотический нуль, например, невозможно формализовать — каким знаком можно обозначить отсутствие знака? Каким частным знаком можно обозначить любой знак вообще? Поскольку предмет семиотики объемлет все знаковые системы без исключения и семиотика в этом смысле является настоящей «царицей наук», постольку семиотический нуль является последним и завершающим в цепи нулевых знаков, последовательное изобретение которых стало значимыми вехами в развитии цивилизации.

С исторической точки зрения нулевые знаки могут являться предтечами «обычных» знаков. С точки зрения кибернетики введение нулевого знака равносильно утверждению о том, что у субъекта имеются как минимум два альтернативных канала восприятия внешней реальности — с помощью знаков и без них, причем второй обладает высокой и, по-видимому, значительно большей, нежели первый, эффективностью («лучше один раз увидеть, чем сто раз прочитать», «картинка значит больше тысячи слов»), специально отмеченной Гором. В этом случае парадокс Цифровой Земли может быть объяснен с помощью предположения о том, что визуально достоверные изображения, полученные аппаратными средствами, и, в частности, данные дистанционного зондирования не являются знаками, но представляют собой частный случай нулевых знаков — визуальные образы, обеспечивающие прямое восприятие обстановки субъектом. В этом случае Цифровая Земля является гибридной средой, использующей

беззнаковый канал восприятия обстановки в качестве основного средства передачи обстановки, но также, при необходимости, позволяющей привлекать знаки в качестве возможных дополнительных носителей информации.

Следует отметить, что проблема демаркации семиотического и не-семиотического при всей своей очевидной академичности носит прикладной характер и актуальна в наши дни, и Цифровая Земля является наглядным тому подтверждением. Мир вступил в эпоху борьбы за доминирование в условиях ограниченных ресурсов. Успех в этой борьбе принесет лишь способность мгновенно принимать безупречно правильные и точные решения в сложной обстановке, не допускающей схематичного к ней отношения. Если предыдущая мировая война была войной моторов, грядущая станет войной систем управления²³. Цифровая Земля наглядно демонстрирует, что будущее — за гибридными системами воссоздания обстановки, оптимально сочетающимися в себе и новые беззнаковые, и классические знаковые инструменты. Именно такие системы позволяют реализовать режим ситуационной осведомленности (*situational awareness*)²⁴, предполагающий

...чувственное восприятие элементов обстановки в [едином] пространственно-временном континууме, осознанное восприятие их значения, а также проецирование их в ближайшее будущее²⁵.

Идея о беззнаковой природе Цифровой Земли на первый взгляд противоречит ее названию, ведь «цифра» в наши дни — это особый компьютерный знак. Но в данном случае определитель «цифровая» — не более чем метафора инновационности, дань компьютерному оптимизму 90-х годов минувшего века. Наоборот, в Цифровой Земле цифровые технологии используются для того, чтобы с их помощью воссоздать беззнаковый образ обстановки. На самом деле Цифровую Землю было бы правильнее назвать Беззнаковой Землей, или Очевидной Землей — образом планеты, доминантой которого является визуальное беззнаковое представление (рис. 4). История геопространственных инструментов от про-

23. О применении Цифровой Земли в системах военного назначения см, напр.: Wang H. W. et al. Digital Earth and Exploration of Military Application // Applied Mechanics and Materials. 2013. Vol. 397–400. P. 2447–2450.
24. Endsley M. R. SAGAT: A Methodology for the Measurement of Situation Awareness (NOR DOC 87–83). Nawthorne, CA: Northrop Corp., 1987.
25. Боярчук К. А. и др. Анализ понятия *Situational Awareness* // Неогеография. 07.05.2010. URL: <https://www.neogeography.ru/rus/news/articles/understanding-situational-awareness.html>.

стого восприятия через карты к Цифровой Земле представляет собой интересный пример действия диалектического закона отрицания отрицания. Геопространственная реальность, первоначально воспринимавшаяся человеком напрямую, визуально, сначала привела к появлению условных знаков, создаваемых аналоговыми методами (картография), а затем, на следующем этапе, вернулась к не опосредованному знаками визуальному представлению, но создаваемому на этот раз с помощью цифровых инструментов (Цифровая Земля). Картография — древнейшая наука, и между этими двумя научными революциями — изобретением картографических знаков в седой древности и отказом от них в наши дни — уместилась вся история человечества.

Последствия перемен значительны, упомянем лишь некоторые. На протяжении всей своей истории человечество организовывалось и управлялось ярусными архитектурами, членившими уровни принятия решений на ярусы с разным географическим охватом — например, стратегический-оперативный-тактический, или глобальный-национальный-региональный-муниципальный и т. д. На практике это привело к делению пространства на обособленные области с независимыми системами управления, граничащие друг с другом или вложенные одна в другую — государства, регионы, землевладения и т. д. Такое деление породило институт границ, войн за территории, стремление к неограниченному расширению влияния в географическом пространстве и т. д.

Иерархически организованная архитектура управления казалась естественно присущей человечеству и не имеющей альтернатив. Но с появлением Цифровой Земли стало понятно, что она является не более чем закономерным следствием внедрения в далеком прошлом карт как единственно возможных масштабно-зависимых информационных систем. Карты могли быть либо детальными и крупномасштабными²⁶, но ограниченными по пространственному охвату, либо иметь более широкий или глобальный охват ценой снижения точности, детальности и информативности. Соответственно, делегирование различных полномочий по принятию решений на разные ярусы систем управления являлось следствием невозможности создания единого для всех ярусов образа обстановки.

26. Древнейшая высококачественная муниципальная карта из известных сегодня датируется 6600 годом до н. э. См.: *Schmitt A. K. et al. Identifying the Volcanic Eruption Depicted in a Neolithic Painting at Çatalhöyük, Central Anatolia, Turkey*// PLoS ONE. 2014. Vol. 9. № 1. e84711.

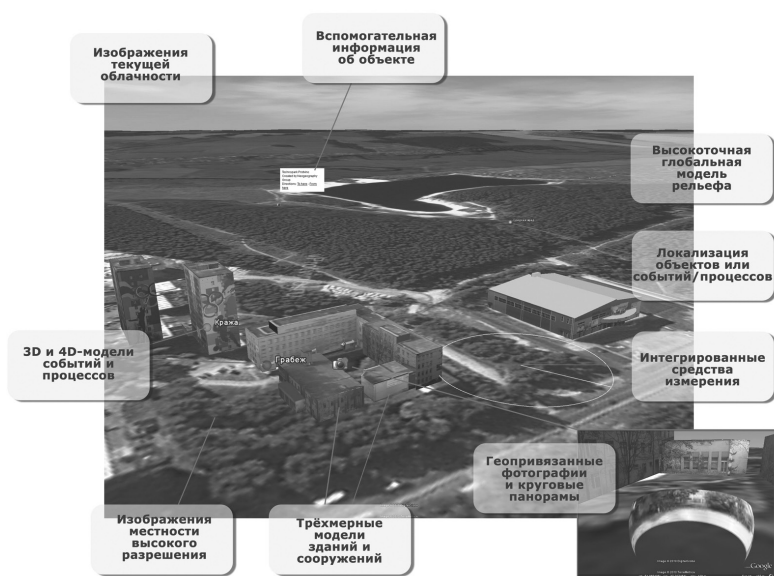


Рис. 4. Элементы представления обстановки в Цифровой Земле²⁷.

Теперь это ограничение осталось в прошлом. Цифровая Земля позволила создать единый, глобальный и одновременно детальный образ обстановки, обеспечивший сетецентричность и обесмысливший иерархически организованное управление. Оперативность управления и качество принимаемых решений качественно улучшились — но не за счет увеличения скорости документооборота, а за счет создания единого для всех уровней информационного контекста. Исчезло деление управленческого искусства на тактику и стратегию²⁸, и уже как минимум один новый вид вооруженных сил, кибервойска, использует отказ от ярусного, географически обусловленного членения уровней принятия решений в качестве главного ресурса обеспечения доминирования. Возник качественно новый тип мировых войн — войны не между государствами, но между отраслями мирового хозяйства. Именно так следует трактовать мировой кризис из-за пан-

27. Неореография, см. URL: <https://www.neogeography.ru/rus/principles/neogeography-definition.html>.

28. Eremchenko E., Tikunov V. Digital Earth and Disappearing of the Art of Strategy // 7th Biennial Summit of International Society for Digital Earth (ISDE) Proceedings of 7th Digital Earth Summit. 2018. P. 27.

демии COVID-19, вылившийся в острейшую битву за перераспределение ресурсов.

Среди других последствий внедрения и осмысления Цифровой Земли стоит также кратко упомянуть обнаруженную невозможность управления сложными социо-природно-техническими системами с помощью дискретных скалярных параметров — например, стоимости и всевозможных рейтингов. Одна из причин — хорошо известный в науке «парадокс береговой линии»²⁹ (*coastline paradox*). Он был сформулирован в середине XX века в результате безуспешных попыток определить длину береговой линии Великобритании и ставший одной из предпосылок разработки представления о фракталах. При все видимой неожиданности этот парадокс довольно прозаичен и повторяет известный из школьного курса факт: отношение длины окружности к радиусу нельзя представить рациональным числом или дробью — только с помощью особых «иррациональных» чисел. Аналогично, достоверное и масштабно независимое описание географических объектов в принципе невозможно осуществить с помощью каких-либо картографических знаков, что вело бы к ошибкам в определении даже самых ключевых для управления параметров³⁰. В этом отношении необходимо отметить, что цифровая экономика (и «цифровизация» вообще) может как усугубить кризис неэффективности управления, так и способствовать внедрению новой и более эффективной, не экономической парадигмы управления³¹ — окно возможностей пока что открыто.

Итоги и перспективы

Цифровая Земля является новой управленческой парадигмой. В ее основе — инструментальное оформление и использование в практической деятельности режима беззнакового восприятия внешней реальности субъектом. Несмотря на свое название, Цифровая Земля не только не является цифровой, она стала первой в истории беззнаковой в своей основе информацион-

29. Великобритания имеет береговую линию, но эта береговая линия, определенная с помощью карт, не имеет длины.

30. *Dinika*. Россия в два раза больше, чем написано в учебниках // Ульяновск — город новостей. URL: <http://ulgrad.ru/?p=144526>.

31. *Ерёмченко Е. Н. и др.* Цифровая Земля и цифровая экономика // Геоконтекст. 2017. Т. 5. № 1. С. 40–54.

ной системой. Цифровая Земля возникла вследствие развития технологий, в первую очередь появления новых инструментов дистанционного зондирования, однако сама она ни в коей мере не сводится к этим новым инструментам. «В науке смена инструментов — крайняя мера, к которой прибегают лишь в случае действительной необходимости. Значение кризисов заключается именно в том, что они говорят о своевременности смены инструментов»³².

Появление Цифровой Земли позволило сформулировать фундаментальную научную проблему о связи между знаками и информацией. Только ли знаками можно передавать информацию, метрически точный образ обстановки, пригодный для выработки филигранно точных решений, или же существует альтернатива знакам? Значимость этого вопроса очевидна. Изобретение знаков стало начальным этапом развития человечества и запечатлено в самых древних мифах; в развитии знаков география сыграла решающую роль. Появление Цифровой Земли в наши дни привело к переосмыслению фундаментальных представлений о связи мышления со знаками, поэтому можно утверждать, что столь тотальной, всеохватной, адресованной самым фундаментальным вопросам бытия и одновременно значимой по своим последствиям научной революции в истории еще не было.

32. Кун Т. Структура научных революций. М.: АСТ, 2003. С. 111.

Библиография

- Баранский Н. Н., Преображенский А. И. Экономическая картография. М.: Географиз, 1962.
- Бибихин В. Что значит знак? // Bibikhin. Предпол. сер. 1970-х годов. URL: http://www.bibikhin.ru/chto_znachit_znak.
- Боярчук К. А., Ерёмченко Е. Н., Мороз В. А., Никонов О. А. Анализ понятия Situational Awareness // Неореография. 07.05.2010. URL: <https://www.neogeography.ru/rus/news/articles/understanding-situational-awareness.html>.
- ГОСТ 21667-76. Картография. Термины и определения. М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.
- Ерёмченко Е. Н. Предыстория концепции Цифровой Земли // Геоконтекст 2019. Т. 7. № 1. С. 44–53.
- Ерёмченко Е. Н., Никонов О. А., Дмитриева В. Т. Картография: между двумя парадигмами // Геоконтекст. 2018. Т. 6. № 1. С. 12–36.
- Ерёмченко Е. Н., Тикунов В. С. Голографические возможности визуализации в географии // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2016. № 2. С. 22–29.
- Ерёмченко Е. Н., Тикунов В. С., Никонов О. А., Мороз В. А., Массель Л. В., Захарова А. А., Дмитриева В. Т., Панин А. Н. Цифровая Земля и цифровая экономика // Геоконтекст. 2017. Т. 5. № 1. С. 40–54.
- Кибернетика // Математическая энциклопедия: В 5 т. М.: Советская энциклопедия, 1979. Т. 2.
- Кун Т. Структура научных революций. М.: АСТ, 2003.
- Пирс Ч. С. Избр. филос. произв. М.: Логос, 2000.
- Askay S. Google Earth Turns 10 Today // Google Earth. 29.06.2015. URL: <https://blog.google/products/earth/google-earth-10th-birthday/>.
- Baturin Y. M., Eremchenko E. N., Zakharova M. I. 3D-Document and Digital Earth // CEUR Workshop Proceedings. 2019. Vol. 2485. P. 155–158.
- Dinika. Россия в два раза больше, чем написано в учебниках // Ульяновск — город новостей. URL: <http://ulgrad.ru/?p=144526>.
- Endsley M. R. SAGAT: A Methodology for the Measurement of Situation Awareness (NOR DOC 87–83). Nawthorne, CA: Northrop Corp., 1987.
- Eremchenko E. What Is and What Is Not the Digital Earth // CEUR Workshop Proceedings. 2020. Vol. 2744. P. 1–11.
- Eremchenko E., Tikunov V. Digital Earth and Disappearing of the Art of Strategy // 7th Biennial Summit of International Society for Digital Earth (ISDE) Proceedings of 7th Digital Earth Summit. 2018.
- Gibbs Ph., Hiroshi S. What is Occam's Razor? // University of California, Riverside Department of Mathematics. 1996. URL: <https://math.ucr.edu/home/baez/physics/General/occam.html>.
- Gore A. The Digital Earth: Understanding Our Planet in the 21st Century. Speech given at the California Science Center, Los Angeles, California, on January 31, 1998 // Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. May 1999. Vol. 65. № 5. P. 528–530.
- Schmitt A. K., Danişık M., Aydar E., Şen E., Ulusoy İ., Lovera O. M. Identifying the Volcanic Eruption Depicted in a Neolithic Painting at Çatalhöyük, Central Anatolia, Turkey // PLoS ONE. 2014. Vol. 9. № 1. e84711.

- Solomonic A. The Modern Theory of Cognition. Newcastle upon Tyne: Cambridge Scholars Publishing, 2021.
- Turner A. How Neogeography Killed GIS // SlideShare. 02.10.2009. URL: <https://www.slideshare.net/ajturner/how-neogeography-killed-gis>.
- Turner A. Introduction to Neogeography. Sebastopol, CA: O'Reilly, 2006.
- Wang H. W., Yang M. Q., Sun X. R., Xie J. Digital Earth and Exploration of Military Application // Applied Mechanics and Materials. 2013. Vol. 397–400. P. 2447–2450.

DIGITAL EARTH: THE GEOSPATIAL REVOLUTION AND ITS WORLDVIEW IMPLICATIONS

EUGENE EREMCHENKO. Regional World Data Center for Geography;
Lomonosov Moscow State University (MSU), Russia,
eugene.ermchenko@gmail.com.

Keywords: Digital Earth; scientific revolution; geocontext; sign;
remote sensing data; map

The paper considers the so-called “Digital Earth” — a new concept of the organization of geospatial information, formulated and implemented in practice at the turn of the 20th–21st centuries. The history of the creation of the Digital Earth is discussed, the main features that distinguish it from previously known geographical instruments, such as scale independency and projection independency, are analyzed. A typology of geovisualization methods that unveiled the evolution of geospatial method, is proposed, including maps, atlases, globes and Digital Earth. The factors that made it possible to provide the Digital Earth with its new functionality are discussed. The main one was the widespread use of images to form a geospatial context, unlike classical geovisualizations, in which the geocontext was set using cartographic signs. This feature allows you to raise and discuss the issue of the semiotics of geocontext. It is concluded that the semiotic features of the Digital Earth can be interpreted as paradoxical. Their analysis allows us to hypothesize the possibility of the existence of a carrier of metrically accurate and reliable information about the geospatial context other than signs, and that such a carrier can be considered a “zero sign” in semiotics by analogy with the zero sign in a particular sign system — mathematics. As part of this approach, the Digital Earth appears to be a heterogeneous information system using non-signs, mosaics of remote sensing data, to form a geocentric framework and allowing it to include any other geospatial products as elements. The possibilities of the Digital Earth as a new management paradigm are briefly discussed.

DOI: 10.17323/0869-5377-2023-1-221-240