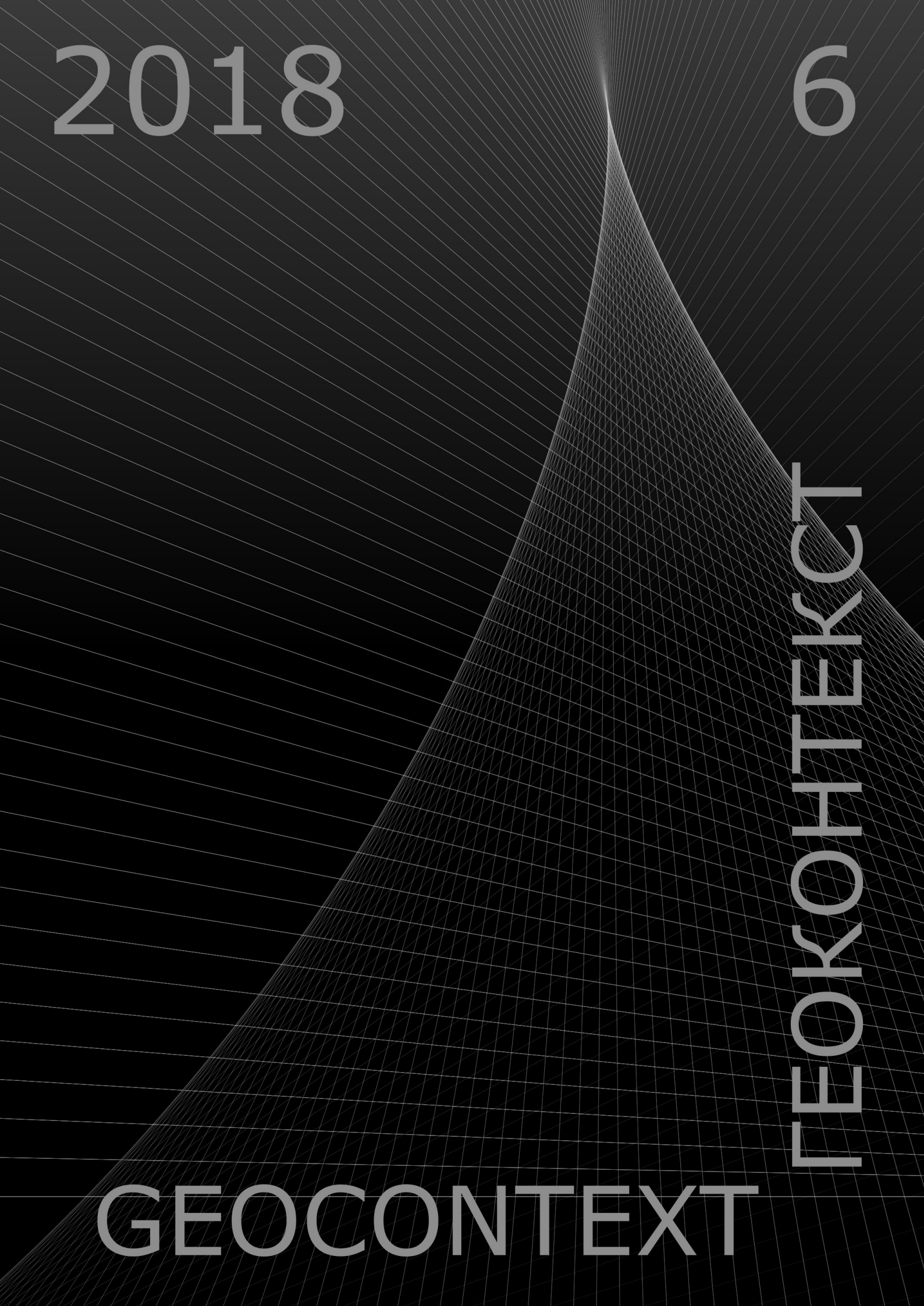
2018
6
ГЕОКОНТЕКСТ
GEOCONTEXT

Редакционный совет | Editoral Board

Ерёмченко, Евгений	Eremchenko, Eugene	NeoGeography Group
Аноприенко, Александр	Anoprienko, Alexander	Donetsk National Technical University
Гордезиани, Тенгиз	Gordeziani, Tengiz	Ivane Javakhishvili Tbilisi State University
Горин, Свемир	Gorin, Svemir	Ss. Cyril and Methodius University
Джендрайк, Майкл	Jendryke, Michael	Wuhan University
Захарова, Алёна	Zakharova, Alena	Tomsk Polytechnical University
Кастрегини де Фрейтас, Мария Изабель	Castreghini de Freitas, Maria Isabel	Universidade Estadual Paulista
Конечны, Милан	Konechny, Milan	Masaryk University
Романов, Алексей	Romanov, Alexey	Russian Space Systems
Хронусов, Валерий	Chronusov, Valery	Vostokgeology

Геоконтекст: Научный мультимедийный альманах. Москва: 2018. Выпуск 6. 69 с.

Главный редактор: Е. Ерёмченко (Протвино, Россия).

Шестой (2018) выпуск ежегодного научного междисциплинарного альманаха «Геоконтекст».

Оглавление | Contents

Соломоник, А.Б.
Solomonick A.B.
Что такое “концепт” в моем представлении? 4
What is the ”concept" in my view?

Ерёмченко Е.Н., Дмитриева В.Т., Никонов О.А.
Eremchenko E.N., Dmitrieva V.T., Nikonov O.A.
Картография: между двумя парадигмами 12
Cartography: between two paradigms

Дмитриева, В.Т.
Dmitrieva, V.T.
Использование Google Earth в учебном процессе в игровом режиме 37
Using Google Earth in the learning process in game mode

Ерёмченко Е.Н., Вылегжанин С.А., Фетищев А.А.
Eremchenko E.N., Vylegzhanin S.A., Fetishev A.A.
Высокоточный мониторинг эпидемической обстановки с помощью 3D-модели населённого пункта 48
High-precision monitoring of the epidemic situation with the help of 3D-model of the settlement

Desire Muhire, Yassine Tounsi, Ahmed Siari,Abdelkrim Nassim
Дезире Муире, Яссин Тоунси, Ахмед Сиари, Абделькрим Нассим
Measuring Earthquake Induced Surface Displacement in Morocco using SBAS Interferometry 58
Измерение вызванного землетрясением смещения поверхности в Марокко с помощью интерферометрии SBAS

Что такое “концепт” в моем представлении?

Соломоник А.Б.[1]
[1]Иерусалим, Израиль, semiosol@netvision.net.il

Аннотация

В работе рассматривается содержание понятия “концепт”.

Ключевые слова

Обобщение, понятие, концепт.

What is the ”concept" in my view?

Annotation

The paper deals with the content of the “concept” notion.

Keywords

Generalization, notion, concept.

Введение

Меня давно преследует идея определить, что такое концепт и в чем заключается его отличие от понятия. В начале нынешнего столетия я высказал мысль, что концептами можно назвать такие понятия, которые в рамках той или теории либо доктрины выступают в виде центральных узлов идеи, лежащей в их основе. Так, например, для электрической сети Георг Ом вывел формулу расчета из трех ведущих показателей для полной (замкнутой) сети: силы тока в цепи (I), суммы сопротивлений источника тока и цепи (R) и электродвижущей силы (Ɛ). Их соотношение выражается формулой: Ɛ = I * R. Эти три ведущих точки для определения нужного нам в цепи тока и являются по моей мысли концептами для данной теории. Они были выбраны Г. Омом экспериментально и оказались центральными для всех используемых в данном примере понятий. Именно они конкретизировались впоследствии для разных способов определения силы тока в цепи на его выходе, что и требовалось для практических замеров.

Такое определение казалось мне в то время правильным и достаточным для полного объема понятия “концепт”. Я был серьезно задет и обеспокоен многочисленными откликами на мое предложение, ибо эти отклики одобряли мое желание отделить концепт от понятия, но делали это совсем по другому, нежели делал я. Было выдвинуто много иных определений

концепта[1], что свидетельствовало о его многослойности и о необходимости соотнесения тех или иных определений в смысле их пригодности для различных познавательных ситуаций. Сегодня я соглашаюсь с моими оппонентами в том, что прежнее мое определение должно относиться лишь к четко очерченным научным теориям и не более того; и что требуется много иных подходов к определению концепта. Один из них предлагается ниже.

Определение концепта

Сегодня мне представляется, что более широкий смысл и применение слова “концепт” следует искать с помощью термина “обобщение”, ибо именно оно объясняет развитие нашего мышления. Это обстоятельство подтверждается историей языка и человеческой мысли. Без обобщений невозможно более или менее развитое мышление; только когда мы обобщаем, мы можем сделать мысль не плоской и очевидной, а многосторонней и доказывающей. Кроме того, только с помощью обобщений мы можем спроецировать мысль на будущее. Это поняли и четко выразили еще древние греки. Первым, кто отчетливо высказал тезис о необходимости обобщающего мышления, был Платон; и в этом его непреходящие роль и значение. Он заявил, что то или иное слово может иметь не только “одноразовый” смысл, но и обобщенное понятие; что слово высказанное может иметь не одиночное, а коллективное значение. Если мы говорим “этот стул”, мы имеем в виду единичный объект, но в принципе слово “стул” может выражать нечто большее, а именно то, что он назвал “идеей стула”. Идея любого обобщенного понятия, по мнению Платона, существует реально и находится где-то на небесах, где ее можно наблюдать и создавать по этой идее, как по шаблону, все мыслимые стулья на свете. Так возникло философское течение, названное идеализмом.

Интересно, что на том уровне развития цивилизации многие философы не соглашались с мнением Платона, что показывает, насколько мы ушли вперед от древних греков, даже от самых продвинутых в своих воззрениях философов: «Киники, отвергая саму возможность подведения единичного под общее и вообще отрицая видовые и родовые понятия, были крайними сенсуалистами (единственный источник знания – внешний опыт) и номиналистами: существует только единичное, общее – лишь имя, название, слово. “Общие понятия и идеи – голые выдумки”, – говорил Антисфен, добавляя при этом, что лошадь-то

[1] См., например, (Арапова, 2016; Философский словарь, 1991)

он видит, а вот “лошадности” он не видит. <…>

Понятно, что киники не могли принять учения Платона об идеях – объективациях понятий. Диоген Синопский зло иронизировал над этим учением. Когда Платон рассуждал об идеях и изобретал названия для “стольности” и “чашности”, Диоген сказал: «А я вот, Платон, стол и чашу вижу, а “стольности” и “чашности” не вижу. А тот: “И понятно, чтобы видеть стол и чашу у тебя есть глаза, а чтобы увидеть “стольность” и “чашность”, у тебя нет разума”»[2].

Интересен и тот факт, что провозглашая мысль об обобщающих словах (понятиях), приходилось подвергать сомнению и общую приверженность религиозным взглядам греков на то, что всем заправляют боги. У древних греков существовала блистательно развернутая панорама различных божеств, которые были наделены человеческими чувствами и вмешивались во все, что происходило в реальной жизни людей. Так в диалоге Платона, который называется «Кратил» и который посвящен проблеме возникновения слов, Сократ устами Платона говорит: «…ты ведь не хочешь, чтобы мы также отделались от нашего предмета, сказав, что первые имена устанавливали боги и потому они правильны… Ведь это было бы лазейкой…»[3]. Такие сомнения кончились для Сократа чашей с ядом (цикутой), которую он выпил по решению суда за отступления от религиозных воззрений своего времени. Для нас ретроспективно такие взгляды стали предтечами секулярных подходов к научным проблемам, господствующим в сегодняшней цивилизации. Но об этом ниже.

Сейчас же важно понять, что в воззрениях Сократа на происхождение разных слов появилось мнение о том, что некоторые из них могут выражать обобщенные смыслы, включающие в себя множество одинаковых объектов, и что инициатором этих перевоплощений является ни что иное, как наше мышление. Такие слова в отличие от имен собственных приобрели статус понятий. Понятие как раз отличается от имени собственного множественностью включенных в него референтов. В общем списке слов любого языка понятия стали преобладать, а со временем и во много раз превосходить по количеству имена собственные. И тут же возникла проблема, как эту множественность обобщать в различных ипостасях одного и того же знака, в данном случае слова.

В языке имеется слово «стол», и оно включает в себе огромное количество столов разных конструкций и назначений. Есть стол для еды; есть стол для производства на нем

[2] (Чанышев, 1991) А.Н. Курс лекций по древней и средневековой истории. Москва, «Высшая школа», 1991, с. 105.

[3] Платон (1968)

различных действий; есть письменные столы различных видов; шахматные столы; столы на четырех либо на трех ножках, низкие или высокие столы и т.д. и т.п. Как все их классифицировать и представлять на письме и в устной речи? Есть ведь еще и метафорическое употребление этого слова – “стол” в компьютере, “стол” в поэзии («как под каждым ей листком был готов и стол, и дом»). А как столы обозначаются в разных языках? “Стіл”, “table”, “Tisch” и еще около двухсот наименований в различных языках, причем каждое из них обладает своей парадигмой склонения в единственном и множественном числе (в русском – это двенадцать словоформ).

Все это количество наименований отражает как бы единое понятие – стол, но это понятие принадлежит семиотической (знаковой) реальности. А на самом деле разные понятия отражают своих обозначаемых в онтологии, которые еще более разнообразны; любой шахматный стол имеет свои особенности, благодаря которым мы покупаем тот, а не другой его образец. Лишь в нашем мозгу гнездится корень всех этих разветвлений – «единое понимание того образа, который потом появляется в своем индивидуальном обличии в онтологии (мы сами производим все столы) и в знаковым воплощениях». Вот это-то единое представление в мозгу той или иной вещи-события я склонен сегодня назвать концептом.

В моем понимании любая вещь-событие проявляется в трех сферах бытия, которые я выделяю в своих философских работах: в его онтологической сфере; в семиотической сфере – в знаковом исполнении; и в нашем сознании – в виде мыслей о данной вещи-событии (виртуальная среда). Их сочетание и взаимодействие в восприятии отдельного человека я представляю себе в виде ветвистого дерева. Ствол дерева состоит из нашего мировоззрения, собирающего в себе все основные концепты воображения, появившиеся в результате индивидуального жизненного опыта. Ствол каждого дерева специфичен – он представляет собой уникальный набор разных мыслей, отлитый из личных переживаний и их своеобразного сочетания. От этого ствола, а конкретней, от суммы связанных между собой родственных мысленных концептов отделяются ветви дерева, которые символизируют обозначения вещей-событий и их понимание; они обычно оформляются как набор знаковых систем по поводу того или иного жизненного феномена. Комплекс знаковых систем и их иерархия составляют в каждом случае индивидуальное владение личности и определяют наше место в этом мире, то есть нашу судьбу, если мы, конечно, сознательно следуем своим выводам о происходящем. На ветках связанных между собой знаковых систем появляются

онтологические результаты того, о чем мы думаем и к чему стремимся, что иногда реализуется в виде конкретных вещей-событий.

На образе дерева, представляющего собой сочетание трех слоев бытия, мое воображение не останавливается; ведь деревья растут на земле, на какой-то почве. Эта почва и является для меня подлинной основой всего сущего и всех деревьев, на ней появляющихся. Эта основа – начало всего сущего. Для того чтобы существовать, человек должен есть и пить, дышать и двигаться, размышлять об увиденном и о его причинах и следствиях, а также чувствовать себя счастливым и комфортным внутри сопровождающих его жизнь обстоятельств. Именно эта основа реализуется в структуре того дерева, которое символизирует для меня человеческое бытие. Она представляет собой корни того, что проявляется в каждом отдельном дереве – его ствол, ветки и составляющие их листья и цветы, их впадины и наросты. Корни не видны с поверхности земли, но о них можно догадываться по проявлениям человеческого духа в разных собраниях общечеловеческих мечтаний. Люди рождаются не в пустынях, где нет растительности; они рождаются в том или ином лесу, состоящем обычно из деревьев одного более или менее однородного качества[4].

Общим для собрания коллекций одинаковых деревьев являются их судьба как народа, их культура и коллективные традиции. Мы с рождения попадаем в лоно какой-то культурной традиции и вначале безропотно их воспринимаем. По этому признаку все индивидуальные деревья собираются в одной роще или лесу – это наше привычное окружение, и оно накладывает на нас неизгладимое впечатление. Каждая роща обладает

[4] Есть работа, которая предварила мои представления о концепте, но которой я не знал раньше (Чернейко, 1997). На стр. 7 автор пишет «В работе развиваются три основные идеи: 1. Абстрактное имя (АИ) отличается и от отвлеченного, и от конкретного характером обобщения явлений действительности. Оно индуктивно-дедуктивно. АИ — мера, которую разум прикладывает к действительности, формируя разные пласты реальности. Собственно абстрактные имена — это своего рода “точка зрения” языка на мир, становящаяся в дискурсе точкой зрения говорящего и выражающаяся самим выбором имени и его комбинацией с другими знаками. 2. В отличие и от имен конкретных, и от имен отвлеченных инвариантная часть содержания АИ значительно меньше его вариативной части, производной от опыта языковой личности, что заставляет видеть в содержании АИ перевес прагматического компонента над семантическим, если принимать их разделение в овеянном традицией виде, и сублогического — над логическим. АИ — это диалоговые слова, так как, имея валентность на дескрипцию, они вводят в высказывание имплицитный “эпистемический модус” (термин Н.Д. Арутюновой) незнания. 3. АИ как языковая, универсальная форма бытия элементов невидимого духовного интеллигибельного мира обрастает “плотью” — результатом проекции бестелесных сущностей на предметы видимого мира, составляющие повседневный опыт личности. Содержание АИ моделируется через концепт, включающий логический и сублогический страты. Структура концепта представлена логическими и сублогическими образами». Наши подходы отличаются только тем, что я подчеркиваю, что все изыски языка по отражению действительности основаны на жизненном опыте индивидуума – они не первичны. И они характерны не только для языка, но и для иных знаковых проявлений.

своим особым культурным наполнением. Такого рода леса покрывают всю нашу планету. Вначале они немногочисленны и мало соприкасаются друг с другом. Потом они расширяются и приходят к более тесным контактам между собой, что позволяет нам сравнивать плоды своих культурных и научных достижений с аналогичными достижениями в иных культурных ареалах. На концах этой грандиозной цепочки причин и следствий стоят одинаковые устремления к счастью у всех без исключения народов мира (это – начало начал) и повсеместное нивелирование таких различий в конце – в глобальном мире.

Можно сказать, что сегодня мы живем на ранней стадии создания глобального мира, когда уходят в прошлое непримиримые культурно-социальные противоречия. Сегодня уже нет непреодолимых границ между народами; они быстро разрушаются технологическими достижениями землян. Сегодня устанавливаются мгновенные непосредственные связи между индивидуумами, находящимися в противоположных местах на Земле. Сегодня повсеместно вытесняются национальные традиции в музыке, танцах, песнях и публикациях разного рода, уступая место их международным форматам. Сегодня человечество ставит перед собой задачи, которые невозможно решить в отдельно взятых странах, но можно это сделать при кооперации разных стран (возьмите в качестве примера создание Европейского Союза). Наконец, сегодня преобладает наука, имеющая интернациональные корни и говорящая на одном и том же языке для всех народов.

Выводы

Таким образом у меня возникает рамочная конструкция, которая начинается с примитивных, но необходимых устремлений людей, появляющихся на планете. Эти необходимые для комфортного проживания людей устремления проходят через первичные примитивные формы, которые впоследствии перерастают в общечеловеческие представления и в стадию их повсеместного уравновешивания на общемировом уровне. При этом в языках все более глубокие и разветвленные обобщения проходят путь от имен собственных к понятиям, в которых собраны характеристики для множества конкретных образцов, и далее к концептам, в которых сосредотачивается цельная идея по поводу того или иного реального феномена. Опорные пункты этой цепочки получают отличное друг от друга словесное оформление, а сами наши представления все дальше отходят от онтологической реальности, их порождающей, и становятся принадлежностью

человеческого мышления.

На этой последней стадии общечеловеческие устремления принимают форму концептов – мыслей, необходимых для решения какой-то важной жизненной проблемы. В каждой культуре такие концепты специфичны, но по мере созидания общечеловеческой цивилизации некоторые из них приобретают общее значение, а некоторые либо вовсе отмирают, либо превращаются в фольклорный аппендикс, по которому вздыхают пожилые люди «а вот в наше время…». Внутри «концептуального поля» концепты конкретизируются многочисленными понятиями, а в ряде случаев они иногда завершаются онтологическими свершениями наших замыслов.

Следует еще отметить, что наряду с обычным набором вещей-событий на той или иной ветви придуманного мной дерева, возможны случайные мутационные отклонения от нормы. Они могут быть неприемлемыми для плавного хода событий и после ряда пертурбаций, зачастую весьма болезненных, отвергаются естественным ходом вещей. К таким зловредным мутациям можно отнести приверженность многих людей к фашистской или коммунистической идеологии в XX веке или агрессивное наступление ислама в нашем столетии. Упомянутые агрессии, направленные против людей ради утверждения внешне привлекательных идей, были в конце концов отторгнуты ценой больших потерь и, будем надеется, навсегда.

С другой стороны, на ветвях “древа бытия” мутируют и благоприятные для развития человеческого рода инновации, которые открывают новые горизонты, отвоевывая себе место на ветках древа для своего дальнейшего плодотворного развития. Такие мутации представлены неординарными людьми типа Коперника, Ньютона или Эйнштейна, а в сегодняшней действительности такими как Гейтс либо Илон Маск. Им надо вовремя предоставлять помощь и возможности для воплощения новаторских мыслей на благо развития человечества.

Возвращение человечества к постоянно волнующим нас вопросам в период построения глобального общества происходит на фоне многовековых попыток, оказавшихся более или менее успешными. Обогащенный подобным опытом и многократно обжегшись на неудачах, коллективный разум людей может в данном случае рассчитывать на успех в своих притязаниях. Кроме всего прочего, эти притязания сегодня ориентируются на всеобщее благополучие людей в пределах всей планеты, а вскорости, надо полагать, и за ее границами.

Список литературы

Арапова, Г.У. (2016) *Концепт, понятие и значение слова*. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 1 (часть 4) – Стр. 591-593

Платон (1968) *Кратил*. Сочинения в трех томах. Том 1. Москва. «Мысль». Стр. 416.

Философский словарь (1991) *Концепт.* Философский словарь. Под ред. И.Т. Фролова. М. Стр. 203.

Чанышев, А.Н. (1991) *Курс лекций по древней и средневековой истории*. Москва, «Высшая школа». Стр. 105.

Чернейко, Л.О. (1997) *Лингвофилософский анализ абстрактного имени*. Москва. МГУ.

Картография: между двумя парадигмами

Ерёмченко Е.Н.[*1] | Дмитриева В.Т.[2] | Никонов О.А.[3]
[1]Московский государственный университет имени Ломоносова, Москва, Россия, eugene.eremchenko@gmail.com
[2]Московский городской университет, Москва, Россия, dvtmgpu@yandex.ru,
[3]Корпорация ВНИИЭМ, Москва, Россия, nikonovoa@npp.vniiem.ru

Аннотация

Работа носит дискуссионный и обзорный характер и посвящена сравнительному анализу различных подходов к развитию картографии в современный период.

Ключевые слова

Картография, Цифровая Земля, неогеография, знак, научная революция, земельный кадастр

Cartography: between two paradigms

Eremchenko E.N.[*1] | Dmitrieva V.T.[2] | Nikonov O.A.[3]
[1]Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, eugene.eremchenko@gmail.com
[2]Moscow City University, Moscow, Russia, dvtmgpu@yandex.ru,
[3]VNIIEM Corporation, Moscow, Russia, nikonovoa@npp.vniiem.ru

Abstract

The work is of a discussion and review nature and is devoted to the comparative analysis of different approaches to the development of cartography in the modern period.

Keywords

Cartography, Digital Earth, neogeography, sign, scientific revolution, land cadastre

Памяти С.В. Клименко посвящается

Введение

Радикальная переоценка ценностей, происходящая на наших глазах в области работы с пространственной информацией, в настоящее время может считаться общепризнанным фактом, а период, с этой переоценкой связанный, в академическом сообществе уже назван «геопространственной революцией»[1]. Сам этот термин ясно характеризует масштаб общественных ожиданий и глубину предельно обнажившихся в отрасли проблем — ведь революций без революционных ситуаций не бывает (Ленин, 1915). Это справедливо и в отношении революций в науке. Научные революции происходят при смене парадигмальных оснований, когда сумма концепций, до поры до времени отождествлявшаяся с предметной областью и безраздельно доминировавшая в ней, с накоплением критической массы

* Corresponding author
1 См., напр., (geospatialrevolution.psu.edu, 2010; csdila.unimelb.edu.au, 2011)

неразрешимых доктринальных проблем и неприятных для теории фактов неизбежно и одномоментно уступает место парадигме качественно иной (Kuhn, 1970). Один период «нормальной науки» сменяется другим.

Геопространственная революция в свете теории научных революций Т. Куна особенно интересна по ряду причин. Во-первых, она произошла в междисциплинарной области, в отличие от хорошо задокументированных революций в физике (первая половина XX в.) и в лингвистике (середина XX в.). Во-вторых, в силу фундаментальности и проблемности понятий пространства и времени она непосредственно затрагивает все без исключения сферы жизни человечества — в отличие, например, от упомянутой революции в физике, которую та же картография легко пережила, особо и не заметив. В-третьих, глубокая связь геопространственной революции с глобализацией и с принципом обеспечения устойчивости развития, серьёзность и неоднозначность последствий которых очевидны и неоспоримы (UN.org, 2017), диктует крайнюю потребность в обеспечении системности и управляемости процесса смены парадигм посредством научной полемики во избежание хаоса. А полемик, нацеленных на достижение истины, явно не хватает — особенно в России. Утрата интереса к фундаментальным научным вопросам, перемещение фокуса всеобщего внимания с главного на второстепенное, с науки на «инновации», а там и на их «коммерциализацию» являются одними из страшных бед современности, порождающими многие другие беды или, скорее, все их вообще.

Именно поэтому мы с удовлетворением обнаружили дискуссионную работу «Картография в эпоху инфраструктур пространственных данных» (Кошкарев, 2017), представляющую собой субъективное и не лишённое некоторых изъянов, но, вероятно, искреннее выражение одной из точек зрения на парадигмальный кризис в картографии. В ней картографический кризис трактуется в поле полярных понятий о «неогеографии», с одной стороны, и об «инфраструктурах пространственных данных», с другой стороны, и уже сам выбор оппозиции делает эту работу небезынтересной для рассмотрения и для дискуссии с автором, в которую он включился и к которой сам же и призывает.

Согласимся ещё раз обсудить кризис в картографии.

Основа для дискуссии

В первую очередь стоит отметить, что обращение именно к научной проблематике

картографии, столь редкое в наши дни, следует поддержать и приветствовать. Ещё большей поддержки заслуживает дискуссионность, предполагающая диалог и служащая приглашением к нему; фактически это первая в России за десятилетие[2] работа, в которой делается попытка и обосновать точку зрения об отсутствии научной революции в картографии, и пригласить к дискуссии. Небезынтересны и по-своему оригинальны предлагаемые альтернативы развития картографии — ими предлагается считать, с одной стороны, неогеографию, с другой — инфраструктуры пространственных данных (ИПД).

Разумеется, поставленная задача оказалась масштабной, и неудивительно, что работа имеет некоторые изъяны. Изложение излишне эмоционально — что, впрочем, может косвенно свидетельствовать об искренности и заинтересованности автора. Более серьёзной проблемой является постоянная декларативность, поверхностность утверждений, отсутствие каких-либо определений, обоснований и порой даже ссылок, что-либо подтверждающих. Отсутствуют дефиниции даже ключевых для автора понятий. Так, инфраструктуры пространственных данных (ИПД), горячо восхваляемые начиная с самой первой строки, так нигде и ни разу не определяются и характеризуются исключительно иносказательно, хвалебными эпитетами - «одно из самых важных направлений»[3], «наиболее яркая и многообещающая форма», и т. д. Это предельно странно, поскольку в том же тексте раз за разом подчёркивается как «эпохальное» отличие ИПД от ГИС, так и естественная, исключающая одно другое преемственность отношений между ними. Оба термина, будучи противопоставленными друг другу, теряют остатки всякой ясности; необходимо было как минимум явно обозначить отличия одного от другого, ведь все без исключения геопространственные инструменты за всю историю человечества начиная с незапамятной древности, включая и карты, являлись и являются и «геоинформационными системами», и «инфраструктурами пространственных данных» в самом прямом смысле. Везде, где возможно, без видимых на то оснований отождествляются данные цифровые и данные компьютерные, что лишает задним числом права пользоваться цифровыми данными и Гаусса, и Эратосфена, и Птолемея — однако это крайне спорная претензия[4]. Оксюмороны из далёкого прошлого, вроде “мыслящего автомата”[5], придают работе известный колорит, но, к

[2] Предыдущей полемикой можно считать цикл публикаций «Неогеография vs. Картография», опубликованных на портале R&D.CNews — см., напр., первую из них: «Неогеография vs. картография. Часть I» (R&D.CNews, 2010).
[3] (Кошкарев, 2017), стр. 29.
[4] (Ерёмченко и др., 2017)
[5] (Кошкарев, 2017), стр. 30.

сожалению, в ущерб осмысленности.

Можно констатировать, что позиция, которую отстаивает автор, изложена неудовлетворительно и в лучшем случае лишь продекларирована. Гораздо хуже то, что позиция, с которой он полемизирует, изложена столь же нарочито примитивно, тенденциозно, фрагментарно, иногда заведомо ложно, слеплена из совершенно не связанных друг с другом, порой выдуманных утверждений и ни в коей мере не отражает ни взгляды оппонентов, ни их многообразие, ни истинную природу и подоплёку кризиса в картографии, ни историю и внутреннюю логику развёртывания этого кризиса. В значительной степени это связано как минимум с поверхностным знакомством с темой и даже с редкими упоминаемыми в статье источниками. К примеру, в одной короткой фразе «...в одной из своих статей Э. Тернер предрекает конец ГИС»[6] автор допустил сразу две фактические ошибки, обнаруживающие полное незнакомство с ней — во-первых, тот ничего не предрекает, он говорит в прошедшем времени о давно свершившемся на тот момент (2009 год) факте, во-вторых, упомянутый материал статьёй вообще не является. К слову сказать, указанное мнение в лучшем случае лишь разделяется Тёрнером; незамеченный эпиграф к той же презентации[7] звучал бы куда уместнее, нежели её название — однако он, к сожалению, остался скрытым на втором слайде той же презентации.

К тому же, отказывая неогеографии в праве на картографическое наследство, автор тенденциозно игнорирует мнение картографов и геоинформатиков, имеющих на сей счёт прямо противоположное мнение. Так, уже после выхода в свет процитированных работ и их осмысления тот же Э. Тёрнер был назначен, причём именно в качестве неогеографа, руководителем R&D подразделения одного из небезызвестных производителей классических ГИС, компании ESRI (США), что подчёркивает здравомыслие и прагматичность действующих ГИС-специалистов — по крайней мере, за рубежом (dc.esri.com, 2019). В целом мнение зарубежных географов о неогеографии в статье полностью замалчивается[8] — это и странно, и весьма показательно. Игнорируется и мнение специалистов из иных предметных областей, затронутых междисциплинарной

[6] (Кошкарев, 2017), стр. 33.

[7] «GIS is dead». Tim Bowden, Mapforge Geospatial @FOSS4G 2007 (Turner, 2009)

[8] За исключением Э. Тёрнера, которому как раз прямо приписываются заведомо смехотворные и нарочито нелепые взгляды: «...с борта космического корабля можно посчитать звёзды на погонах и разобрать заголовки газет... так полагает не только обыватель, но и «неогеографы» во главе с Эндрю Тернером» (Кошкарев, 2017, стр. 33). Нам неизвестны ни одна публикация или высказывание — ни наша, ни Э. Тёрнера — с подобными утверждениями.

проблематикой неогеографии[9]. Наша статья до некоторой степени восполняет этот пробел.

Извлекает автор также аргументы из далёкого прошлого. Так, критика неогеографии зачем-то строится исключительно на пространно повторяемом выводе о том, что в трёх её принципах «ничего нового... нет» (Кошкарев, 2017, стр. 33), в то время как именно на это и обращали задолго до него внимание оппоненты — именно отсутствие каких-либо исключительных только для Цифровой Земли технологий и одновременное наличие в ней очевидно нового качества как раз и подчёркивает её научную, парадигмальную новизну[10].

Разумеется, взгляды сторонников разных точек зрения в научной полемике можно и нужно обсуждать и критиковать — но их (как, впрочем, и свои собственные взгляды) нельзя искажать и вульгаризировать. К тому же карикатурная примитивизация и профанация обеих позиций и намеренное затуманивание реальной проблемы — крайне существенный, но всё равно не главный недостаток обсуждаемой работы. Наиболее серьёзным её недостатком следует считать интеллектуальную необоснованность и внутреннюю противоречивость утверждений, преподносимых в форме расхожих трюизмов. Например, декларация «...цифровые компьютеры навсегда вытеснили их аналоговые «аналоги»...»[11] выглядит хлёсткой, но в высшей степени сомнительной, особенно сегодня, ни на чём не основанной, не подтверждается никакими аргументами или ссылками и характеризует разве что склонность автора к экстраполяции выводов далеко за рамки собственной компетенции. Ещё более изумительным выглядит «напоминание» о существовании трёх, и только трёх возможных «типов моделей пространства»: 1) традиционных бумажных карт «и иных геоизображений», 2) цифровых моделей, и 3) «ментальных (мысленных) моделей, отражающих пространственные отношения в человеческом мозге или в уме любого другого мыслящего существа»[12]. Совершенно очевидно, что данная «классификация» абсурдна и из того очевидного факта, что «ментальная модель», иной раз удивительно сложная и намного более точная, нежели любая карта, может возникнуть «в мозге или в уме» существа, совершенно незнакомого ни с картами и иными «геоизображениями», ни с ГИС, следует обязательное существование как минимум ещё одной, четвёртой «модели пространства» -

[9] См., напр., (Лепский, 2013)

[10] «...принципиально новое качество в неогеографии реализуется без каких бы то ни было новых технологий – это яркое свидетельство появления именно нового принципа работы с геоинформацией» (R&D.CNews, 2010); «...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» (Аноприенко и др., 2017)

[11] (Кошкарев, 2017), стр. 30.

[12] Там же, стр. 29.

прямого, не опосредованного какими-либо знаками восприятия действительности, как-то загружающего «в мозг или в ум» образ истинной реальности. А ведь именно эта «четвёртая модель» и является главной интригой геопространственной революции, и игнорирование «по Фрейду» этого очевидного факта является одним из свидетельств бессознательного понимания автором серьёзности вызовов, стоящих перед картографическим методом. Это хорошо, но мало — наука требует осознанного отношения.

В свете увиденного представляется целесообразным и экономным не перечислять изъяны упомянутой статьи, что не поможет делу — поиску истины, но выполнить за автора его же работу и представить правильную, исчерпывающую критику неогеографии с позиций картографии, рассмотреть кризис в его полноте, выявить фундаментальную проблему, или парадокс, картографии, вызвавшую к жизни «революционную ситуацию», а затем попытаться найти её решение.

Цифровая Земля: очевидное-невероятное

В представлении геоконтекста в Цифровой Земле (например, в Google Earth) не используется (что очевидно и отмечалось уже многократно[13]) ни один из трёх фундаментальных картографических принципов: генерализация, картографическое проецирование, использование картографических знаков. Тем самым Цифровая Земля не только не является картой, но и становится её отрицанием (Тикунов, Ерёмченко, 2015), а термин «неогеография» лишь фиксирует этот факт[14].

Но, перестав быть картой, Цифровая Земля не перестала быть геоинформационной системой в исходном смысле этого слова. Более того, она стала наиболее совершенной геоинформационной системой, ибо гетерогенна, всеобъемлюща и позволяет включать в свой состав любые картографические продукты, в то время как обратное — невозможно. То же самое можно сказать и о функциональных особенностях Цифровой Земли — не утратив прежних (картографических) функций и возможностей, в дополнение к ним она приобрела совершенно новые, невозможные для карты свойства и режимы.

[13] См., например: “Digital Earth implementations such as Google Earth avoided projections entirely” (Goodchild et al, 2012), “Now... original reasons for projecting have disappeared” (Goodchild, 2015)

[14] История использования термина «неогеография» в различных значениях ретроспективно прослеживается примерно до начала XX века (Rana, Joliveau, 2009). В СССР термин был введён впервые советским географом, академиком К.К Марковым в работе «Историческое землеведение – преобразовательное землеведение: (от палеогеографии к неогеографии)», опубликованной в 1963 г. (scirus.benran.ru, 2018)

Во-первых, она стала полностью масштабно-независимой, или *внемасштабной* (не просто поли- или мультимасштабной имитацией внемасштабности с помощью матрёшки из нескольких разномасштабных покрытий, а именно *внемасштабной*) и полностью *всеракурсной*. Фактически Цифровая Земля представляет собой сверхголографическую систему[15], позволяющую посмотреть на любой участок не только под любым, произвольно выбираемым ракурсом[16] и с любой точки (что теоретически возможно и в обычной голографической визуализации), но и с любой, интерактивно изменяемой дистанции в пределах гигантского динамического диапазона, уже сейчас достигающего 7-8 порядков и принципиально не ограниченного. Отказ при этом от представления геоконтекста с помощью опосредующих его знаков предельно расширил эвристические возможности нового режима представления геоданных.

Во-вторых, в Цифровой Земле было преодолено неустранимое доселе деление всего многообразия геопродуктов по масштабному признаку на карты топографические и карты географические (Соколов, 1975). Заодно обессмыслилось вторичное и технически обусловленное понятие масштаба. Отныне мерой точности и полноты информации стали характеристики исходных данных, а не карты как вторичного продукта — например, пространственное разрешение.

В-третьих, была преодолена неустранимая для топографических карт вырванность их из общегеографического контекста. Это привело к революции в управлении, например муниципальном; на смену «*карте города*», неизбежно ограниченной рамкой, изолирующей его от окружающего контекста, пришла модель «*для города*», не ограниченная уже ничем, позволяющая включить в неё любой локальный объект в любой точке Земного шара или в геоцентрическом пространстве, где бы тот ни находился. «Умные города» перестали быть «близорукими»[17].

В-четвёртых, была преодолена редукционная природа карт, заведомо снижающая их точность, информативность и целостность по сравнению с исходными данными, использованными при их создании. Карта всегда менее информативна, чем исходные данные, и никакие манипуляции с ней уже не помогут восстановить навсегда утраченную

[15] (Ерёмченко, Тикунов, 2016)

[16] Ракурс просмотра может быть не только не картографическим, но и просто бессмысленным с точки зрения картографии — например, становится возможным посмотреть в сторону, противоположную поверхности Земли.

[17] Тем самым в управлении полностью реализовался принцип «Действуй локально, мысли глобально» (think globally act locally)

при картографировании информацию. Цифровая Земля, наоборот, исключает трёхэтапную редукцию исходных данных при проецировании, членении на объектные слои и их генерализации. Она является уже не проекцией, как карта, но подобием реального мира (табл. 1).

Преодоление редуцированности обеспечивает информационную полноту, позволяющую реализовать широко обсуждаемый социальный аспект неогеографии[18].

Тем самым констатируется появление как минимум двух классов информационных систем, относящихся к одной предметной области, что делает неизбежным и критически важным

Табл. 1. Различия между картой и Цифровой Землёй

Свойство	Карта	Цифровая Земля
Математическая модель	Проекция	Подобие
Размерность	2	3
Топологические отношения	Внутрислойные Межслойные	Те же + Межмасштабные
Метричность	Ограниченная	Неограниченная
Ситуационная Осведомлённость	Ограниченная	Полная
Редукция исходных данных	Да	Нет

обсуждение их взаимосвязи друг с другом и перспектив их развития и формирует основу для критики неогеографии с точки зрения классической картографии. Видимая невооружённым глазом качественная новизна Цифровой Земли и вытекающее из этого качественное её отличие от карт при очевидном сохранении прежнего домена одновременно и диктуют необходимость дискуссии, и ограничивают её сценарий лишь несколькими возможными позициями.

1) Можно полностью отрицать появление альтернативы картографическому методу.

2) Можно соглашаться с наличием новизны, но отказывать ей в научности, сводя проблематику кризиса к инструментализму и объясняя её привходящими обстоятельствами неодолимой силы — технологическими или социальными.

3) Можно констатировать «конец картографии» в связи с утратой актуальности или научной значимости картографии как таковой.

[18] Обсуждению социальных аспектов неогеографии посвящена, в частности, работа (Haklay, 2013).

4) И, наконец, можно предположить, что революция стала итогом качественной эволюции картографического метода в соответствии с внутренней логикой его развития; для этого необходимо выявить внутреннюю, типологическую эволюционную связь между классическим картографическим методом и его последовавшим отрицанием, обусловленным внутренней логикой развития метода и потребностями общества.

Здесь мы не планируем срежиссировать возможный сценарий полномасштабной полемики какой ей следовало бы быть, защищая все позиции поочерёдно. Отметим лишь, что автор обсуждаемой статьи поддержал позицию номер 2. Изменения в картографии признаются им, однако качественная эволюция картографического метода отвергается, а новизна связывается исключительно с тремя привходящими факторами: а) сменой материального носителя информации, б) интеграционными потребностями, и в) изменением регламентных документов в США и в ЕС. Насколько резонна такая позиция?

Картография является одной из древнейших практик человечества, и в её истории смена материального носителя происходила уже многократно. Охра на каменных сводах пещер сменялась красками и папирусом, папирус уступал место бумаге, краски и чернила сменялись карандашами и фломастерами, ещё как минимум два тысячелетия тому назад геоданные стали представляться в цифровой форме, менялись техники литографии и типографии, и т. д. (Багров, 2004). Появление компьютеров привело к возникновению задолго до ИПД компьютерных картографических средств — ГИС, в которых никакие иные носители информации, кроме «цифровых» (компьютерных), уже не используются, и в них же исчерпывающе реализовали свой потенциал. Имеются ли в этом случае хоть малейшие основания отчленять «эпоху ГИС» от «эпохи ИПД» по признаку материального носителя данных? Ни малейших.

Автор ассоциирует также ИПД с некой «эпохой интеграции данных»[19]. Однако не являлось ли требование интеграции данных первостепенным из предъявлявшихся к картографии на протяжении всей минувшей истории? Карты и тем более атласы, достигшие совершенства задолго до появления компьютеров, были и являются средой интеграции данных, представленных в виде разных объектных слоёв. Тем более это касается любой картографической ГИС - способность к интеграции данных из разных слоёв является главной и обязательной её функцией и реализуется как раз с помощью цифровых носителей информации. Возможно, карты и ГИС оказались неспособны решить задачу интеграции —

[19] (Кошкарев, 2017), стр. 29.

но тогда нужно объяснить причину.

Столь же неубедительны трактовки сети Интернет как среды, впервые позволившей коллекционировать карты, «описывать, каталогизировать их»[20], или обеспечивать работу с ними в режиме «веб-картографирования». Коллекции карт и их описания существовали спокон веку[21], хранилища цифровых данных в различных видах — от дискет до серверов — являются неотъемлемым элементом компьютеров и их сетей и позволяют хранить любую информацию, каталогизированную любым произвольным способом — в том числе картографическую. Веб-картография не привносит в принципы картографирования ничего нового, кроме того что способствует резкому падению качества карт, а «Цифровая Земля», упомянутая там же в качестве «примера веб-картографирования», продуктом веб-картографии не является, как и вообще не является картой, хотя может применяться и применяется в картографии в качестве неисчерпаемого источника информации. Эпохальное «Распоряжение Президента США У.Д. Клинтона»[22] — конечно, обоснование веское, однако в русской научной традиции принято ссылаться на аргументы более весомые, нежели научный авторитет Билла Клинтона. Чтобы обосновать принципиальное отличие ИПД от ГИС на основании чужих руководящих документов, необходимо назвать для начала научную новизну их положений и принципиально неразрешимые прежними способами проблемы, потребовавшие принятия новых регламентов.

Ещё более неприятным итогом выбранной дискуссионной позиции является её инструментализм. Признание полной обусловленности картографии типом материальных носителей и технологий низводит научную значимость картографии до уровня пользовательской инструкции по применению и констатирует отсутствие у неё какой-либо предметной специфики вообще. Сам факт радикального обновления инструментария является убедительным подтверждением глубины кризиса[23].

Мы придерживаемся позиции 4), предполагающей качественное, диалектическое совершенствование картографического метода в силу внутренней логики его развития.

Фундаментальными требованиями, предъявляемыми к образам обстановки, являются

[20] Там же, стр. 31.

[21] Книга «История картографии» вообще начинается с риторической констатации: «Коллекционирование карт — занятие не новое» (Багров, 2004), стр. 9.

[22] (Кошкарев, 2017), стр. 31.

[23] «...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». (Т. Кун, «Структура научных революций», стр. 111, цит. по изд. 2003 г., изд-во «АСТ»)

целостность, полнота, информационная насыщенность, непротиворечивость. Классические карты удовлетворяют этим требованиям лишь в малой степени — образ обстановки представляется на них лишь в строго определённом масштабе, строго определённой проекции и для строго определённого, произвольно выбранного дискретного набора слоёв. На протяжении тысячелетий ограниченность карты масштабом и ракурсом (проекцией) оставалась вынужденным, технически обусловленным компромиссом между потребностями общества и возможностями науки и техники. Однако объективная потребность общества во всеракурсности, внемасштабности и не опосредованном знаками представлении геоконтекста не только не исчезала, но и ясно осознавалась и недвусмысленно формулировалась как главное свойство идеального геоинформационного продукта, как волшебный горизонт, как мыслимый предел развития картографии[24]. Этот идеал был достигнут в Цифровой Земле.

Цифровая Земля позволила избавиться от использования проекций, генерализации и дискретизации контекста на слои и создать — впервые в истории географии — целостный, единый для всех управленческих ярусов, одновременно глобальный и детальный, образ обстановки. Тем самым впервые было реализовано на практике одно из двух условий режима Ситуационной Осведомлённости — использование в управлении единого для всех образа обстановки, не членённого на несовместимые друг с другом разномасштабные реплики[25].

Это означает, что Цифровая Земля позволяет обеспечить, помимо внутрислойной и межслойной топологии, достижимой и в картографии, ещё и *межмасштабную топологию*, в картографии невозможную в принципе. Это влечёт за собой массу технических, научных и даже общекультурных и цивилизационных последствий; к примеру, устраняется членение систем управления на уровни принятия решений — стратегический, оперативный,

[24] Можно привести в качестве примера детальное описание идеальной геоинформационной системы, сделанное Михаилом Булгаковым в период 1928-1940 гг., задолго за появления цифровых компьютеров и ГИС. Характерными, явно обозначенными и подчёркнуто выделенными её свойствами являются внемасштабность, всеракурсность и отказ от представления геоконтекста с помощью картографических условностей: «Маргарита наклонилась к глобусу и увидела, что квадратик земли расширился, многокрасочно расписался и превратился как бы в рельефную карту. А затем она увидела и ленточку реки, и какое-то селение возле нее. Домик, который был размером в горошину, разросся и стал как спичечная коробка.». При этом акцентируется внимание на абсолютной новизне беззнаковой географии («я никогда не видела такой вещицы») и на том, что беззнаковость — условие точности, а не наоборот («...гораздо удобнее, тем более что события мне нужно знать точно»). (Булгаков, 1984)

[25] (Боярчук и др., 2010)

тактический и т. д., инспирированное в далёкой древности именно ограничениями, имманентно присущими картографическому методу (Eremchenko, Tikunov, 2018).

Однако достичь этого удалось радикальной и неожиданной ценой — ценой отказа от использования знаков в представлении геоконтекста; отныне эту роль начинают выполнять информационные носители радикально иного рода, беззнаковые изображения[26]. Представление Земли в виде не опосредованного условностями образа, наряду с отказом от картографических проекций, стало её наиболее заметным отличием от карт. Цифровая Земля принципиально гетерогенна, и знаки (в том числе картографические знаки) могут использоваться и используются в Цифровой Земле наряду с изображениями, но в совершенно новой для себя роли. Они перестают задавать эталон геопространства и становятся дополнительными носителями пользовательской информации, подгружаемыми в трёхмерный геоцентрический каркас *ad hoc*, по мере надобности; эталоном же геопространства становятся теперь беззнаковые изображения. Перенос фокуса внимания с опосредующих знаков на прямое, не опосредованное условностями восприятие очевиден, является общей тенденцией в развитии систем управления (Алёшин и др., 2013) и может быть объяснён лишь в предположении о том, что визуальные образы не являются знаками, обладая при этом свойством передавать информацию в виде метрически точного, целостного и полного образа обстановки[27].

Векторные образы геопространственных объектов на карте создаются и имеют смысл всегда для одного и только одного масштаба. Во всяком ином масштабе те же геопространственные объекты будут представлены иными векторными образами, генерализованными по-иному, и иметь иные скалярные характеристики. Причём некоторые из них — например, длина береговой линии[28] — не будут иметь вообще никакого смысла, поскольку ряд численных значений не будет сходиться к какому-либо “правильному” значению (Mandelbrot, 1983). *Геопространственные объекты в силу своей фрактальной природы в принципе не могут быть корректно представлены ни в векторном (в виде определённых границ), ни в производном от векторного скалярном представлении —*

[26] Тем самым выполняется второе требование Ситуационной Осведомлённости — прямое, не опосредованное условностями восприятие информации.

[27] Краткое обсуждение границ применимости понятия «знак» приведено, в частности, в работе (Ерёмченко, 2018)

[28] Факт отсутствия у реального геопространственного объекта присущих ему векторных и скалярных характеристик известен как минимум полвека как «парадокс береговой линии» (Coastline Paradox) и носит хрестоматийный характер (Wikipedia, 2018)

например, площадью или длиной береговой линии. Это возможно сделать для отдельных масштабов. Но реальность, в отличие от карты, масштаба не имеет. Россия, остров Сахалин или Австралия остаются самими собой, под какими ракурсами, в каком масштабе или диапазоне масштабов их ни рассматривай, и адекватное их представление требует использования иного, масштабно-независимого инструментария — изображений, не опосредованных знаковыми условностями[29]. Любая попытка отождествить реальный объект с характеристиками, присущими исключительно его частной реплике, заведомо искажает реальность, приводя к выработке неправильных управленческих решений. Соответственно, можно сформулировать главное противоречие картографии, которое и привело к необходимости качественного развития метода:

Главным противоречием картографии является безальтернативность использования знаков (векторных и скалярных), с одной стороны, и принципиальная невозможность получения с их помощью эталонных, масштабно независимых образов геопространства, с другой.

Из данного противоречия следует, в частности, принципиальная невозможность создания земельного кадастра в векторной форме в силу невозможности обеспечения межмасштабной топологии[30]. Это помогает лучше понять, в частности, почему в Великобритании - стране, первой осознавшей неизмеримость собственного периметра, земельного кадастра не было, нет и создавать его не планируется, что нисколько не мешает прецизионному управлению Соединённым Королевством, обеспечению его экономического развития и самым позитивным образом сказывается на государственном бюджете Королевства[31].

Указанные обстоятельства привели к тому, что кризис в картографии, породивший геопространственную революцию, обрёл специфическую форму «кризиса недопроизводства геоданных» и проявился в очевидной неспособности удовлетворить общественную потребность в геопродуктах ни по их объёму, ни по их качеству. В этой ситуации обозначились три подхода к разрешению «кризиса недопроизводства геоданных» -

[29] Осознание этого факта привело к тому, что в представленном в 2017 году и ориентированном на работу с «Большими Данными» геопространственном языке DGGS (Discrete Global Grid System) возможность создания собственных векторных объектов отсутствует вообще (opengeospatial.org, 2017)

[30] Принципиальная невозможность создания векторного разномасштабного кадастра наглядно проявилась в том, что к 2016 году «площадь земель, поставленных на кадастровый учет, не менее, чем в 1,5 раза» превысила «площадь всей России, включая шельфы» (Ulgrad.ru, 2016). Очевидно, что в дальнейшем при сохранении действующего подхода драматизм этих расхождений будет лишь нарастать.

[31] (Ерёмченко и др., 2018).

классический картографический, народно-картографический (краудосорсинговый), а также синтетический метод Цифровой Земли (рис. 1).

Интересно, что главное противоречие картографии идентично математическим парадоксам, выявленным и разрешённым два с лишним тысячелетия назад античными математиками и обычно ассоциируемыми с проблемой "квадратуры круга". Осознание

Рис. 1. Три обозначившихся подхода к преодолению геопространственного кризиса: 1) краудсорсинговый (карты делают непрофессионалы), 2) Цифровая Земля, 3) классический картографический

недостаточности рациональных чисел для определения некоторых геометрических величин потребовало разработки представления о качественно новом типе числа — числе иррациональном. Наиболее известным иррациональным числом является число π, определяющее неизмеримую с помощью рациональных чисел длину окружности единичного радиуса[32].

Ситуация в картографии (невозможность корректного, масштабно независимого определения географических объектов с использованием векторных или скалярных знаков, или невозможность обеспечения межмасштабной топологии) в точности повторяет ситуацию в античной математике (выявившуюся тогда невозможность определения длин

[32] Исторически первым геометрическим параметром, выражаемым только иррациональным числом, стало отношение стороны диагонали куба к его стороне, или величина «корень квадратный из двух» (Математическая энциклопедия, 1979)

несоизмеримых отрезков с помощью рациональных дробей). В математике решение задачи стало возможным с помощью разработки нового инструментария — иррациональных чисел. Аналогичным образом Цифровая Земля позволила обеспечить межмасштабность за счёт перехода к использованию нового инструментария, нового носителя эталонного образа обстановки — изображений, не опосредованных условностями и знаками не являющихся (Табл. 2).

Табл. 2. Сопоставление геометрического и картографического парадоксов

Свойство	Иррациональность геометрических фигур	Иррациональность скалярных характеристик геообъектов
Парадокс	Неизмеримость длины линии с помощью рациональных чисел	Неизмеримость геообъектов с помощью векторных или скалярных данных
Способ разрешения	Иррациональное число	«Нулевые знаки» (беззнаковые носители информации)
Время разрешения	Приблиз. 500 лет до н.э.	Настоящее время

Изложенные соображения подтверждают высказанную выше гипотезу о качественной трансформации картографического метода, а тем самым позволяют поставить необходимый в этом случае вопрос о создании типологии всех геопространственных продуктов, включая карты и Цифровую Землю[33]; эта типология должна выражать внутреннюю логику развития картографического метода как такового. Потребность в обеспечении внемасштабности и всеракурсности является важнейшим фактором, обусловливающим внутреннюю эволюцию картографического метода, и, соответственно, может служить типологическим признаком. Типология позволяет выделить четыре возможных типа геоинформационных систем, в том числе два основных, формирующих качественно различные парадигмы (карты и Цифровая Земля), и два паллиативных — глобусы и «геопорталы» (рис. 2)[34].

Представление о научной революции в картографии, приведшее к появлению радикально новых информационных продуктов, ставит вопрос о будущем классической картографии, базирующейся на представлении геопространства с помощью знаков. Существует мнение о

[33] Эта задача ясно осознавалась в России и ранее: «Необходимо разграничить область интересов картографии и неогеографии» (Кацко, 2013, стр. 104)

[34] (Ерёмченко, Клименко, 2016)

том, что этот метод преодолён (позиция 3).

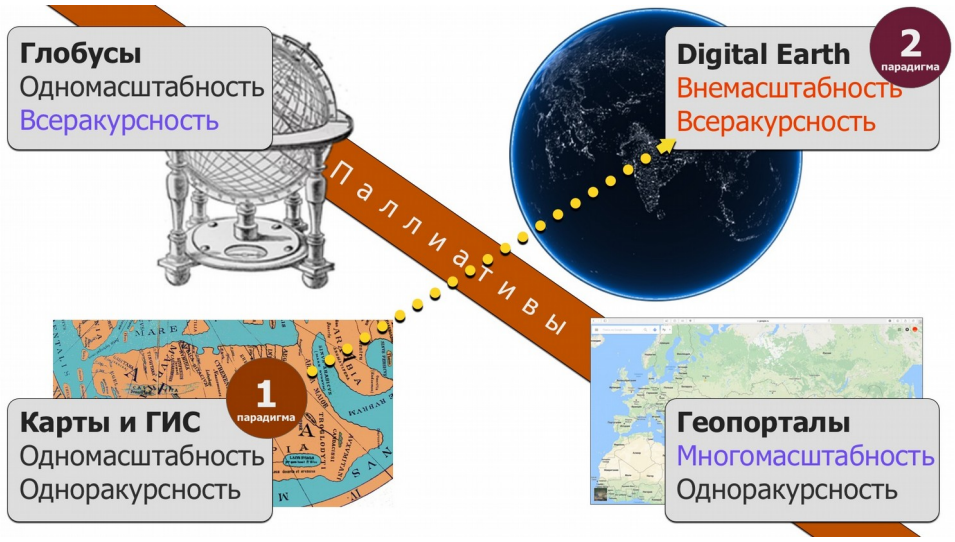

Рис. 2. Типология геопространственных методов

Мы придерживаемся иной позиции — произошла не замена одного метода другим, но диссоциация качественно различных задач: задачи формирования эталонного образа геопространства (теперь она решается Цифровой Землёй) и картографической задачи кодификации геопространственного языка как средства межсубъектного взаимодействия (рис.3, а-в).

Любой язык является знаковым по своей природе, картографический – не исключение. Знаковая основа такого языка в значительной степени уже разработана[35], однако остаётся совершенно не исследованной фундаментальная компонента геопространственного языка — свод риторических приёмов, с помощью которых в любом языке решаются задачи межсубъектного взаимодействия. Изучение георитории и формирование свода характерных для картографии риторических приёмов становится не только академически важной, но и востребованной прикладной задачей (Ерёмченко, 2016).

Цифровая Земля: типичные стереотипы восприятия

Качественная новизна Цифровой Земли при рассмотрении её сквозь призму картографической парадигмы порождает характерные ошибочные толкования её

[35] (Гордезиани и др., 2017)

особенностей. Рассмотрим некоторые из них.

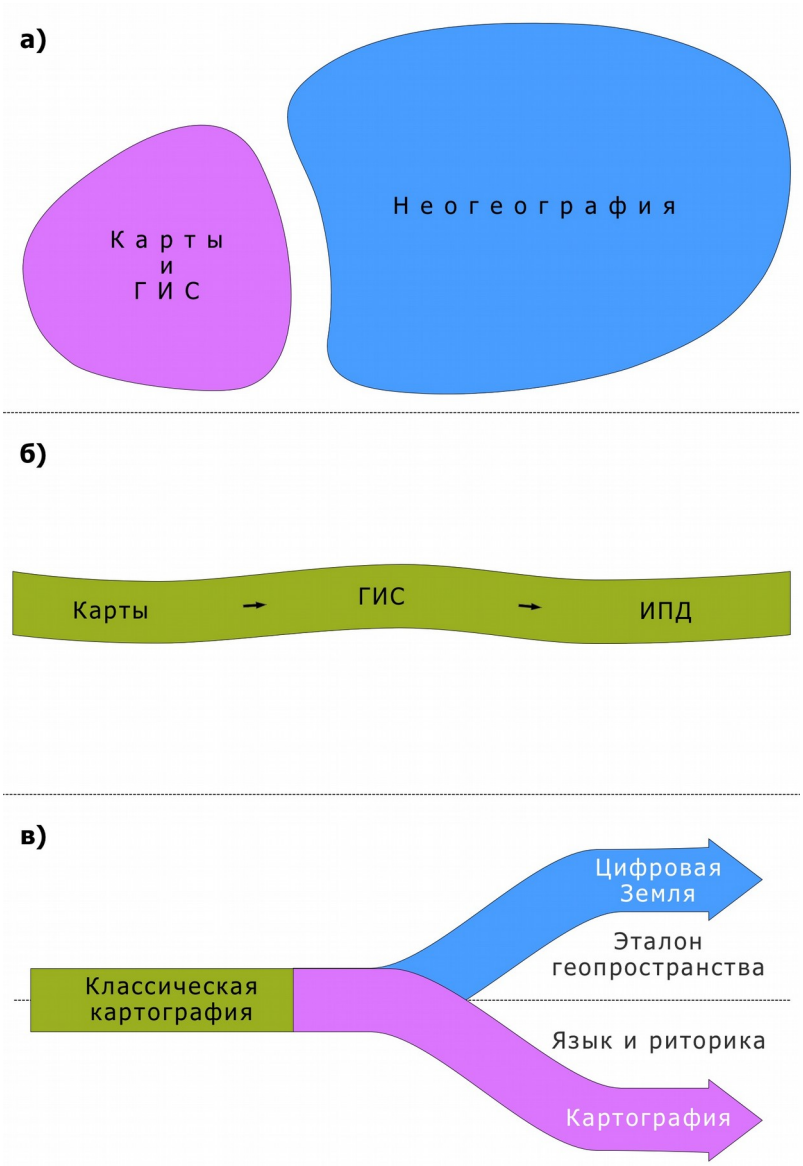

Рис. 3 (а-в). Сверху вниз. Альтернативные представления о качественной эволюции геопространственных методов: а) по (Turner, 2006); б) по (Кошкарев, 2017); в) предлагаемое в данной работе

1. Цифровая Земля — это особый, масштабируемый глобус. Цифровая Земля не является глобусом как моделью только лишь поверхности Земли. Цифровая Земля — это образ реального трёхмерного геоцентрического пространства, связанный с настоящим пространством математическим отношением подобия, а не проекции, и позволяющий наполнить его множеством элементов (зданий, сооружений, атмосферных процессов, космических объектов, и т. д.), среди которых собственно «глобус» Земли — лишь один из них, не более (рис. 4). Цифровая Земля — не глобус, отображающий лишь поверхность и

ничего более, но геоцентрическая область, включающая в свой состав и саму планету, и окружающее космическое пространство, в котором может быть размещено любое количество любых произвольных объектов любой природы, среди которых может свободно перемещаться наблюдатель.

2. Цифровая Земля — это такая же двумерная модель, как и карта, поскольку проецируется на экран монитора. Тот факт, что визуальное воспринимается субъектом с помощью двумерной сетчатки глаза или через двумерную поверхность монитора, ни в коей мере не означает, что сам по себе внешний мир также двумерен, как сетчатка глаза. Точно так же и Цифровая Земля является трёхмерным образом реального пространства, с которым оператор взаимодействует с помощью двумерного монитора. Цифровая Земля не становится от этого двумерной, точно так же как реальный мир, наблюдаемый сквозь стеклянное окно, не становится двумерным подобно стеклу окна, сквозь которое он виден.

Рис. 4. Цифровая Земля, в отличие от глобуса, является подобной, а не проекционной моделью Земли и содержит, наряду с моделью поверхности, также и модели разнообразных объектов, являющихся её равноправными компонентами. Геоинтерфейс Google Earth. Район Сан-Франциско (США).

Основное различие между картой и Цифровой Землёй обусловлено различиями в их информационной структуре. Карта всегда двумерна и редуцирована, и никакие манипуляции с ней не дадут пользователю возможности извлечь из неё информацию, содержавшуюся в исходных данных, но утраченную при картографировании. Цифровая Земля — наоборот, это трехмерная модель, подобная реальному геопространству, находящаяся в распоряжении

пользователя («погружённая в его компьютер»), допускающая любые интерактивные манипуляции с ней и способная содержащать всю полноту информации из исходных данных.

3. Краудсорсинговые геопродукты класса Open Street Map — характерный пример неогеографии. Появление и стремительное распространение краудсорсинговых информационных систем класса Open Street Map — характерный признак научной революции (в терминах Т.Куна), при которой картографы уже неспособны удовлетворять возросшую потребность общества в картах, а потребители уже не согласны мириться с этим, осознают неспособность удовлетворения возросшим требованиям прежними методами и самостоятельно начинают создавать карты, жертвуя при этом их качеством и достоверностью[36]. Цифровая Земля и другие источники данных широко используются создателями краудсорсинговых геопродуктов, и сами «народные карты» также могут включаться в Цифровую Землю на правах одного из элементов, однако Цифровая Земля ни в коей мере не сводится к краудсорсингу, картографии или к каким-либо социальным практикам и не определяется ими. Цифровая Земля — это новый способ организации геопространственной информации, новая геопространственная парадигма, не более и не менее.

4. Цифровая Земля создаётся цифровыми средствами. Цифровая Земля на текущем этапе развития науки и техники воплощена с помощью цифровых компьютеров. Однако отождествлять одно с другим, естественно, нельзя.

Во-первых, быстрое технологическое развитие может привести к существенному изменению технологического ландшафта, и экстраполировать нынешние реалии на сколь-нибудь долгосрочную перспективу – как минимум легкомыслие. Во-вторых, концепция Цифровой Земли была предвосхищена задолго до появления компьютеров и до начала «цифровой» эры, и её особенности (всеракурсность, внемасштабность и беззнаковость) осознавались как цель развития метода безотносительно к механизмам её реализации. Можно сказать, что в Цифровой Земле реализован естественный способ восприятия геопространства субъектом — в отличие от опосредованного знаками, искусственного его представления[37]. В этом случае цифровые технологии — лишь один из факторов её появления и не определяют её научную парадигму, сводящуюся к обеспечению

[36] (Ulgrad.ru, 2016)

[37] (Ерёмченко, 2017)

всеракурсности, внемасштабности и беззнаковости представления обстановки.

5. Корректно ли трактовать изображения как беззнаковый носитель информации, или же они относятся к категории особых, иконических знаков? До последнего времени в семиотике все изображения трактовались как иконические знаки, а граница между знаками и не-знаками не демаркировалась. Вместе с тем распространение такой трактовки ещё и на прямые, чувственно воспринимаемые изображения ведёт к очевидным логическим противоречиям. Разрешить их можно только лишь признанием существования особого носителя точного, полного, метрически достоверного образа обстановки, знаками не являющегося — так называемых «нулевых знаков». Вынесение «образов» за пределы области «знаков» открывает перспективу выхода семиотики из понятийного кризиса.

6. Насколько корректен термин «Неогеография»? Неогеография — это *Terra Incognita* картографического метода, термин, фиксирующий появление нового качества при работе с геоданными, формализация первого за всю историю человечества опыта радикального изменения наших средств работы с образом пространства, но при этом никак не ограничивающая спектр трактовок новой геопространственной парадигмы. Такая фиксация понятия идеально подходит для эпохи научной революции в силу отсутствия в ней каких-либо доктринальных предубеждений. Это подтверждается опытом и иных дисциплин, в которых аналогичные термины[38] появляются регулярно.

Выводы

Геопространственная революция привела на наших глазах к критическому пересмотру и трансформации, вероятно, старейшей из научных парадигм — парадигмы картографической. При этом нашло своё разрешение фундаментальное противоречие картографии — противоречие между необходимостью опосредования геопространства знаками и одновременной невозможностью обеспечения с помощью знаков внемасштабности такого представления. Новая парадигма, снимающая это противоречие, в настоящий момент обозначается условным термином «Цифровая Земля», а совокупность связанных с её появлением общекультурных, научных, технологических и социальных изменений — условным термином «Неогеография». Собственно, одного факта отказа от

[38] «Новая археология» (Клейн, 2009), «новая риторика» (Perelman, Olbrechts-Tyteca,1973), «новая философия» (Greenberg, 1974), и т.д.

использования механизма картографических проекций в Цифровой Земле уже вполне достаточно, чтобы сделать вывод об отличной от карт её природе.

Из всего многообразия возможных точек зрения на процесс трансформации картографии представление о научной революции является единственно корректным и плодотворным, поскольку позволяет системно разрешить объективно сложившийся кризис, констатировать смену парадигмы и одновременно открыть перспективы совместного, координированного развития и классической картографии, базирующейся на использовании знаков, и Цифровой Земли, становящейся, в силу своей внемасштабности, всеракурсности и не редуцированности, носителем эталонного образа геопространства.

Геопространственная революция принципиально междисциплинарна и всеобъемлюща — видимо, это первая научная революция действительно всеохватного масштаба. Уже сейчас очевидно, что она окажет, помимо комплекса геонаук, существенное воздействие на такие науки, дисциплинарные и проблемные области, как семиотика, теория восприятия, теория управления, психология, и т. д. Предстоит понять, в частности, как обеспечивается прямое, беззнаковое восприятие реальности и почему оно оказывается несравненно более эффективным, нежели опосредованное знаками картографическое моделирование.

Дискуссия в этой области представляется актуальной, и в этом отношении работа, послужившая формальным поводом к написанию этой статьи, заслуживает положительной оценки. Разумеется, эта оценка касается только самого факта дискуссии.

В конце обсуждения неогеографии автор обсуждаемой работы привлекает классический аргумент «к городовому», заявляя о «пустоте» слова «неогеография» и о том, что «рассуждения на эту тему... находятся на грани лженауки»[39]. Обсуждать степень «пустоты» и «лженаучности» слова, введённого в СССР полвека назад деканом географического факультета МГУ, не считаем уместным. Однако сами апелляции то «к городовому», то к авторитету самого У.Д. Клинтона ради искусственной гальванизации прежней «беспроблемности» в отсутствие сколь-нибудь убедительных, не спекулятивных научных аргументов являются ярким, очевидным и показательным подтверждением того, что научная революция, связанная с появлением Цифровой Земли и неогеографии, вполне прочувствована.

И в том числе поэтому научную революцию в картографии следует считать полностью состоявшейся.

[39] (Кошкарев, 2017, стр. 35)

Благодарности

Благодарим сотрудников географического факультета МГУ им. Ломоносова за помощь в исследовании и в критическом обсуждении затрагиваемых в статье вопросов. Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ №17-55-53109.

Список литературы

Алёшин А., Афанасьев, В., Брусенцев, П., Ерёмченко, Е., Клименко, А., Клименко, С., Никитин, А., Никитина, Л., Пестриков, В., Сурин, А., Сурина, О. (2013) *Актуальные информационные технологии: визуализация информации, виртуальное окружение, неогеография, осязаемые изображения*. Научная визуализация. МИФИ. Т. 5. №4. Стр. 1-17.

Аноприенко А.Я., Ерёмченко Е.Н., Клименко С.В. (2017) *Digital Earth как метод визуализации*. Труды Международной конференции GraphiCon-2017. Пермь. Т.1. Стр. 290-294.

Багров, Лев (2004) *История картографии.* Москва. ЗАО Центрполиграф. Стр. 319. ISBN 5-9524-1078-2.

Боярчук К. А., Ерёмченко Е Н, Мороз В. А., Никонов, О. А. (2010) *Анализ понятия Situational Awareness*. URL: http://www.neogeography.ru/rus/news/articles/understanding-situational-awareness.html Accessed: 03/11/2018

Булгаков, М. (1984) *Мастер и Маргарита*. Москва.
URL: https://www.bulgakov.ru/pdf/Master-i-Margarita.pdf Accessed: 14/09/2018

Гордезиани, Т., Горгодзе, Т., Гудзуадзе, Г. (2017) *Познавательные функции языка карты*. Геоконтекст. Том 5. №1. стр. 5-12.

Ерёмченко, Е.Н. (2008) *Неогеография: особенности и возможности*. Материалы конференции «Неогеография XXI-2008» IX международного форума «Высокие технологии XXI века>, Москва. Стр. 22-25

Ерёмченко, Е.Н. (2016) *Георитторика*. В сб. ИнтерКарто/ИнтерГИС 22. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий в условиях глобальных изменений климата: материалы Междунар. науч. конф, место издания Издательский дом «НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА» Москва, т. 2. с. 301-310.

Ерёмченко, Е.Н. (2017) *От карт прошлого к не-картам будущего: обзор событий и*

концепций. Материалы конференции «от карты прошлого — к картам будущего». Пермь. 2017. т. 2. стр. 62-73.

Ерёмченко, Е.Н. (2018) *Визуализация и новое определение знака.* Материалы конференции GraphiCon-2018. Томск. Стр. 277-279.

Ерёмченко, Е.Н., Клименко, С.В. (2016) *К вопросу о типологии методов научной визуализации*. Труды Международной научной конференции «Ситуационные центры и информационно-аналитические системы класса 4i для задач мониторинга и безопасности (SCVRT2015-16)». Стр. 12-14.

Ерёмченко, Е.Н., Тикунов, В.С. (2016) *Голографические возможности визуализации в географии*. Вестник Московского университета. Серия 5: География. №2. стр. 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.А. (2017) *Цифровая Земля и цифровая экономика*. Геоконтекст. Том 5. №1. стр. 40-54.

Кацко, С.Ю. (2013) *Неогеография и картография*. Материалы конференции Гео-Сибирь. Т. 1. № 2. стр. 102-106

Клейн, Л.С. (2009) *Новая археология (критический анализ теоретического направления в археологии Запада)*. Донецкий национальный университет. Донецк. стр. 393.

Кошкарев, А.В. (2017) *Картография в эпоху инфраструктур пространственных данных*. Вопросы географии. Том 144 (Картография в цифровую эпоху). Москва. Стр. 29-41.

Ленин, В.И. (1915) *Крах II Интернационала.* ПСС. т.26. Стр.218

Лепский, В.Е. (2013) *На пути от неогеографии к ноогеографии – от навигации в природной среде к навигации в ноосфере*. Геоконтекст. Т. 1. № 1. стр. 4-13.

Математическая энциклопедия (1979) *Иррациональное число*. «Советская энциклопедия». т. 2. стр. 665.

Соколов, И.А. (1975) *Топографическая карта и местность*. Изд. 2-е, перераб. И доп. М., ДОСААФ. стр. 96.

Тикунов В.С., Ерёмченко Е.Н. (2015) *Цифровая Земля и картография*. Геодезия и картография. № 11. С. 6-15.

Csdila.unimelb.edu.au (2011) *The Geospatial Revolution: the changing geospatial landscape*. URL: http://www.csdila.unimelb.edu.au/people/PeopleFiles/DavidCowen/DavidCowenV2.pdf Accessed: December 12, 2018.

Docs.cntd.ru (2002) *ГОСТ 21667-76. Картография. Термины и определения (с Изменением 1, 2). Статья 10 — Карта. Дата введения с изменениями No2 — 24.05.2001.* http://docs.cntd.ru/document/gost-21667-76 Проверено: 28 ноября 2018 г.

Eremchenko, E., Tikunov, V. (2018) *Digital Earth and disappearing of the Art of Strategy*. Book of Abstracts of 7th Digital Earth Summit (DES-2018), El Jadida, Morocco. p. 27.

Esri.com (2019) *Esri R&D DC Technology for Smart Communities*. URL: http://dc.esri.com Accessed: December 12, 2018.

Geospatialrevolution.psu.edu (2010) *Geospatial Revolution Project. The Pennsylvania State University*. URL: http://geospatialrevolution.psu.edu/ Accessed: December 12, 2018.

Michael F. Goodchild, Huadong Guo, Alessandro Annoni, Ling Bian, Kees de Bie, Frederick Campbell, Max Craglia, Manfred Ehlers, John van Genderen, Davina Jackson, Anthony J. Lewis, Martino Pesaresi, Gábor Remetey-Fülöpp, Richard Simpson, Andrew Skidmore, Changlin Wang, and Peter Woodgate (2012) *Next-generation Digital Earth*. PNAS 109 (28) pp. 11088-11094. doi:10.1073/pnas.1202383109.

Goodchild, M. (2015) *Perspectives on the new cartography (Commentary)*. Environment and Planning A. V. 47. pp.1341–1345 doi:10.1177/0308518X15594911

Greenberg, D.A. (1974) *Outline of a New Philosophy*. The Sudbury Valley School Press. Winch Street. Framingham. MA 01701. Second Edition. p. 372.

Haklay, M. (2013) *Neogeography and the delusion of democratisation*. Environment and Planning A. volume 45. pp. 55 – 69. DOI: 10.1068/a45184

Kuhn, T. (1970) *The Structure of Scientific Revolutions*. The University of Chicago, Chicago, 1970 (2nd edition, enlarged). p. 210

Mandelbrot, B. (1967) *How Long Is the Coast of Britain? Statistical Self-Similarity and Fractional Dimension*. Science, New Series. 1967. Vol. 156, N.3775, pp.636-638.

Mandelbrot, B. (1983) *The Fractal Geometry of Nature*. W.H. Freedman and Company. New York. Updated and Augmented Edition. p. 468.

Opengeospatial.org (2017) *Discrete Global Grid Systems Abstract Specification* URL: http:// docs.opengeospatial.org/as/15-104r5/15-104r5.html Accessed: December 12, 2017.

Perelman, Ch., Olbrechts-Tyteca, L. (1973) *The New Rhetoric: A Treatise on Argumentation*. University of Notre Dame Press. p. 576.

Rana, S., Joliveau, T. (2009) *NeoGeography: an extension of mainstream geography for everyone made by everyone?* Journal of Location Based Services. Vol. 3, N. 2. pp. 75-81. DOI:

10.1080/17489720903146824

R&D.CNews (2010) *Неогеография vs. картография. Часть I.* Портал «Исследования и разработки - R&D.CNews». URL: http://zoom.cnews.ru/rnd/article/item/neogeografiya_vs_kartografiya_chast_i Accessed: December 12, 2018.

scirus.benran.ru (2018) *Информационная система история геологии и горного дела. Персоналии. Марков Константин Константинович*. URL: http://scirus.benran.ru/higeo/view-record.php?tbl=person&id=796 Accessed: 07.07.2018.

Turner, A. (2006) *Introduction to neogeography*. Sebastopol, CA: O'Reilly. 2006. P. 54.

Turner, A. (2009) *How Neogeography killed GIS*. URL: https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:S86dheob4JsJ:https://www.slideshare.net/ajturner/how-neogeography-killed-gis+&cd=1&hl=ru&ct=clnk&gl=ru&client=safari Accessed: December 12, 2018.

Ulgrad.ru (2016) *Россия в два раза больше, чем написано в учебниках*. URL: http://ulgrad.ru/?p=144526 Accessed: 03.05.2018.

UN.org, (2017) *Promote Sustainable Development. UN official site. Promote Sustainable Development*. http://www.un.org/en/sections/what-we-do/promote-sustainable-development/index.html Accessed 08 March 2017.

Wikipedia.org (2018) *Coastline paradox* URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Coastline_paradox Accessed: 07.07.2018.

Использование Google Earth в учебном процессе в игровом режиме

Дмитриева В.Т.[1]
[1]Московский городской университет, Москва, Россия, dvtmgpu@yandex.ru

Аннотация

В работе рассматриваются теоретическая и практическая возможности использования продуктов, выполненных в идеологии Цифровой Земли, и в первую очередь геосервиса Google Earth, в учебном процессе в игровом режиме. Предлагаются варианты использования Google Earth в качестве средства обучения, анализируются возможные результаты.

Ключевые слова

Обучение, Google Earth, Цифровая Земля, Неогеография, игра

Using Google Earth in the learning process in game mode

Dmitrieva V.T.[1]
[1]Moscow City University, Moscow, Russia, dvtmgpu@yandex.ru

Abstract

The paper discusses the theoretical and practical possibilities of using products made in the ideology of Digital Earth, and primarily geoservice Google Earth, in the educational process in the game mode. Options for using Google Earth as an educational tool are discussed, possible results are analyzed.

Keywords

Education, Google Earth, Digital Earth, Neogeography, game

Введение

Появившийся в 2005 году геопространственный сервис Google Earth стал одним из наиболее востребованных информационных продуктов. Его беспрецедентные функциональные возможности, информационная насыщенность и полнота воссоздания геопространственного контекста с его помощью сделали Google Earth одним из наиболее универсальных инструментов при решении самых разнообразных задач (Соколова, 2011; Важенини, 2017). Появление и широкое использование Google Earth стимулировало обсуждение реализованных в нём концепций Цифровой Земли и Неогеографии (Gore, 1998; Ерёмченко, 2008) и, в целом, оказало определяющее влияние на выработку научных основ нового режима геовизуализации (Foresman, 2008), возможностей его практического использования (Goodchild, 2008) и определение его перспектив (Guo, 2016). Стимулом этому послужило очевидное качественное отличие нового сервиса от классических подходов к геопространственной визуализации – карт и ГИС (Тикунов, Ерёмченко, 2015),

беспрецедентная информационная насыщенность и простота его использования. Естественным поэтому видится использование очевидных преимуществ Google Earth в учебном процессе, обусловленное как практическими его особенностями – бесплатностью и открытостью сервиса, так и концептуальной новизной и уникальными возможностями. Возможности и формы использования Google Earth в учебном процессе уже неоднократно рассматривались в России (Patterson, 2007; Дмитриева и др., 2009а, 2009б, 2016; Мизев, Мизева, 2016; Онищенко, 2018), однако по-прежнему существует потребность в выработке практических рекомендаций по использованию его в учебном процессе.

Теоретические предпосылки использования Google Earth в обучении

Google Earth на сегодняшний день является наиболее известным, наиболее информационно насыщенным и наиболее функционально совершенным воплощением концепции Цифровой Земли. Нет недостатка в научных исследованиях как собственно Google Earth, так и концепций Цифровой Земли[1] и неогеографии. Согласно сформировавшимся представлениям, основными отличиями Цифровой Земли от классических средств визуализации, обусловливающими выделение этих продуктов в отдельный класс, являются (Ерёмченко, 2008; Аноприенко и др., 2017; Еремченко и др., 2017):

1) использование локализации в системе геоцентрических координат вместо использования картографических проекций;

2) использование для отображения геопространственного контекста не опосредованных знаковыми средствами представлений на основе мозаик изображений.

С пользовательской точки зрения, выполненный в такой идеологии продукт обладает двумя качествами, принципиально отличающими его от классических карт и ГИС: внемасштабностью и всеракурсностью. В сочетании с глобальностью геосервиса и наличием высокоточной модели рельефа, они позволяют реалистично, без использования опосредующих условностей, отображать любой ракурс просмотра местности и объектов, погружённых в геопространственный контекст, а также интерактивно и бесшовно управлять

[1] Исследования в области Цифровой Земли организуются в рамках Международного Общества Цифровой Земли (International Society of Digital Earth, ISDE), проводящего ежегодно международные форумы – Симпозиумы (в нечётные годы) и Саммиты (в чётные годы), а также выпускающего специализированные журналы – International Journal of Digital Earth (IJDE) и Big Earth Data (BED).

перемещением точки просмотра и изменением ракурса просмотра в геоцентрическом пространстве. Эти качества представляют исключительные возможности по формированию у учащихся целостного видения нашей планеты, в котором непосредственное представление (визуальный образ ландшафта родного края) не отчуждено от представления о мире в целом, воссоздаваемого с помощью особого знакового инструментария – географических и топографических карт. С помощью Google Earth становится возможным плавно перейти от просмотра любой области пространства в удобном для пользователя ракурсе к глобальному представлению, а от него – к просмотру иной произвольной области в произвольном ракурсе и произвольном «масштабе», и т.д. Реальное пространственное разрешение, достигаемое при этом, определяется характеристиками используемых в растровом покрытии данных дистанционного зондирования и модели рельефа и, в общем случае, составляет около одного метра. При этом учащийся может видеть Землю на всех этапах виртуальных эволюций в привычном, естественном и знакомом виде – в виде визуально воспринимаемых изображений. Эти уникальные качества Google Earth имеют наибольшее значение для формирования у учащегося целостного, не опосредованного условностями образа нашей планеты, и потому имеет смысл использовать их в обучении с максимальной интенсивностью. Тем самым можно выделить основные учебные задачи, решение которых невозможно без использования неогеографических интерфейсов, аналогичных Google Earth:

1) отождествление условного представления Земли, задаваемого опосредованного условностями на картах, глобусах и в ГИС, с одной стороны, и непосредственными, безусловными визуальными образами – с другой;

2) демонстрация естественного многообразия природы планеты, возможность изучения и описания региональных особенностей с использованием не опосредованных знаками изображений. Использование огромных эвристических возможностей Google Earth для практического, выраженного в игровой форме, формирования навыков описания произвольных районов земного шара;

3) изучение взаимосвязей между различными регионами и объектами.

Практическое использование Google Earth в игровом обучении

Решение вышеперечисленных задач можно и должно осуществлять в игровой форме, наиболее привлекательной для современных учащихся. Ниже приводится далеко не

исчерпывающий перечень игр, возможных с помощью Google Earth.

Обеспечение. Необходимое оборудование – персональный компьютер или ноутбук с возможно большим размером экрана и с широкополосным подключением к сети Интернет с предустановленной программой Google Earth («Программа Земля» в русифицированной версии). Минимальным системным требованиям, необходимым для работы с Google Earth, удовлетворяет практически любой современный компьютер: ОС Windows 7/Mac OS 10.8/Linux Ubuntu 14/Fedora 23 (или более поздние), процессор с тактовой частотой 1 ГГц, ОЗУ 2 Гб, свободное место в ПЗУ 2 Гб, графический процессор с поддержкой DirectX 9 или OpenGL 1.4.

Уровень подготовки. И обучаемые, и особенно учитель должны владеть компьютерной грамотностью в базовом объёме, быть минимально знакомыми с Google Earth и владеть навыками управления им с помощью курсорных клавиш либо компьютерной мыши, а также иметь минимальное представление о географии.

Игра 1. «Сориентируйся в геопространстве»

Введение. В Google Earth имеется встроенный авиасимулятор, позволяющий осуществлять полёты над произвольными областями Земного Шара на самолёте с удобным, простым и интуитивно понятным интерфейсом управления (рис. 1).

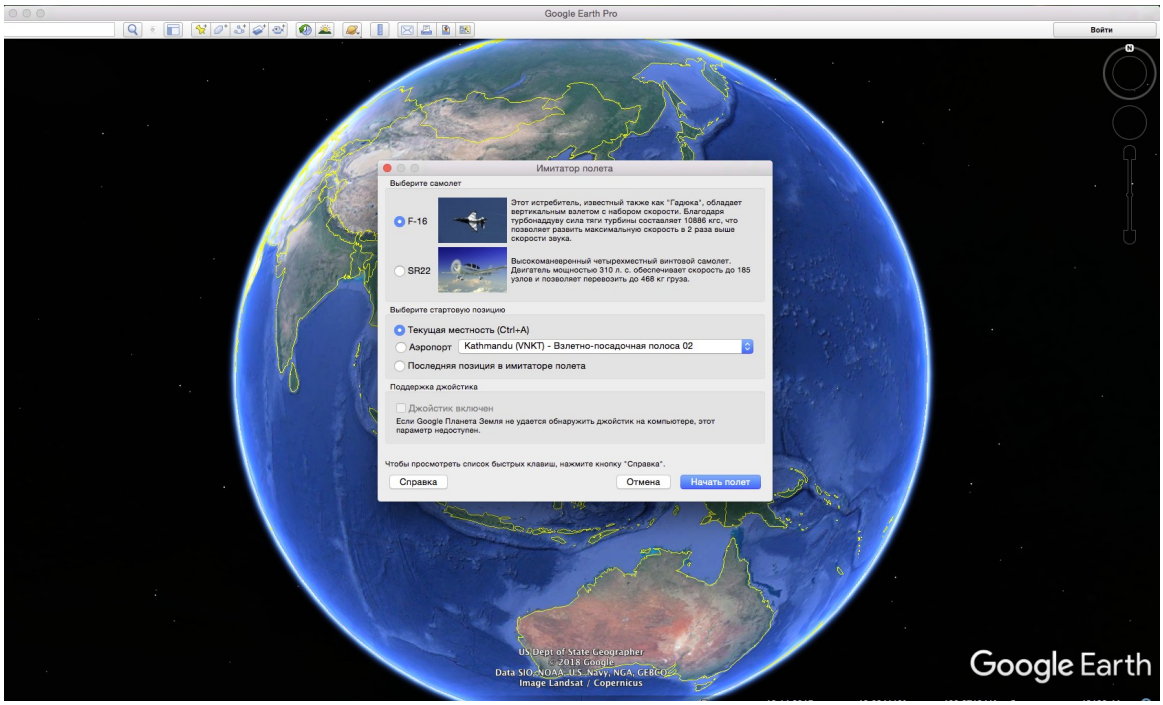

Рис. 1. Изображение экрана Google Earth с окном входа в режим авиасимулятора.

Начальная точка маршрута после входа в режим полёта находится на предельной высоте, не превышающей примерно 20 км, что ограничивает возможности просмотра окружающего пространства областью не более 400 км радиусом, лишённой каких-либо вспомогательных знаковых ориентиров – за исключением широты и долготы места и высоты над уровнем моря, отображаемых в статусной строке Google Earth. При этом естественным образом перед учащимся встаёт задача сориентироваться на местности, определить своё местоположение в геопространстве, определить вероятное местонахождение ближайшего аэродрома, возможно полно охарактеризовать его местонахождение (континент или остров, вероятная государственная принадлежность, рельеф, характер растительности, степень освоенности, и т.д.) направиться туда, визуально опознать аэродром по его характерным признакамм и «посадить» виртуальный самолёт, затратив на решение этой задачи возможно меньшее время.

Замысел игры. Задание может варьироваться произвольным образом. Во-первых, начальная точка может быть выбрана обучающим из набора заранее выбранных точек, либо выбираться произвольным и случайным образом. В первом случае становится возможным «встроить» игру в процесс изучения определённых регионов и территорий. В последнем случае возникает дополнительная «интрига», связанная с тем, что обучаемый может оказаться с вероятностью больше 50% над океаном в области, лишённой каких-либо признаков суши на горизонте, либо над безориентирными просторами Арктики и Антарктики. В этом случае учащийся должен будет по координатам, либо с использованием визуальных признаков восстановить своё местонахождение с максимально возможной степенью точности (океан – море – ближайшие острова или материковая суша – предпочтительный азимут полёта – вероятная дистанция), обосновать своё решение и направить виртуальный «самолёт» в нужную сторону.

Техника выполнения задачи. Запускается Google Earth, выбирается (из заранее подготовленных обучающим вариантов либо произвольно) начальная точка полёта путём манипуляций моделью Земли с помощью курсорных клавиш, мыши или иного манипулятора (учащийся при этом не видит экрана и не знает начальных условий задачи). Режим авиасимулятора включается одновременным нажатием клавиш <CTRL> + <ALT> + <A>, выбором необходимых установок полёта и нажатием клавиши <ENTER>. При этом

оператор компьютера оказывается «на борту» виртуального самолёта, осуществляющего полёт над планетой в точке, в которой находилась виртуальная точка просмотра перед включением режима, на высоте не более 20 км, если та находилась намного выше (рис. 2). Все векторные слои, которые могли быть включены в Google Earth ранее, при переходе в режим авиасимулятора отключаются. Единственным источником, дополняющим визуально воспринимаемый контекст, может быть строка состояния, в которой выводятся данные о широте и долготе эпиточки просмотра, высоте эпиточки и точки просмотра над уровнем моря, а также информация о движении самолёта (высота, азимут, скорость). Таким образом, при выборе учителем произвольной точки начала полёта учащийся, наблюдая за геопространственным контекстом (с высокой вероятностью он окажется над океаном вне зоны видимости ближайшей земли) и за географическими координатами уже после входа в режим авиасимулятора, должен самостоятельно определить своё местоположение в географическом пространстве, найти (либо обосновать его вероятное местонахождение и удалённость до него) ближайший подходящий населённый пункт, аэродром и посадить на него «самолёт».

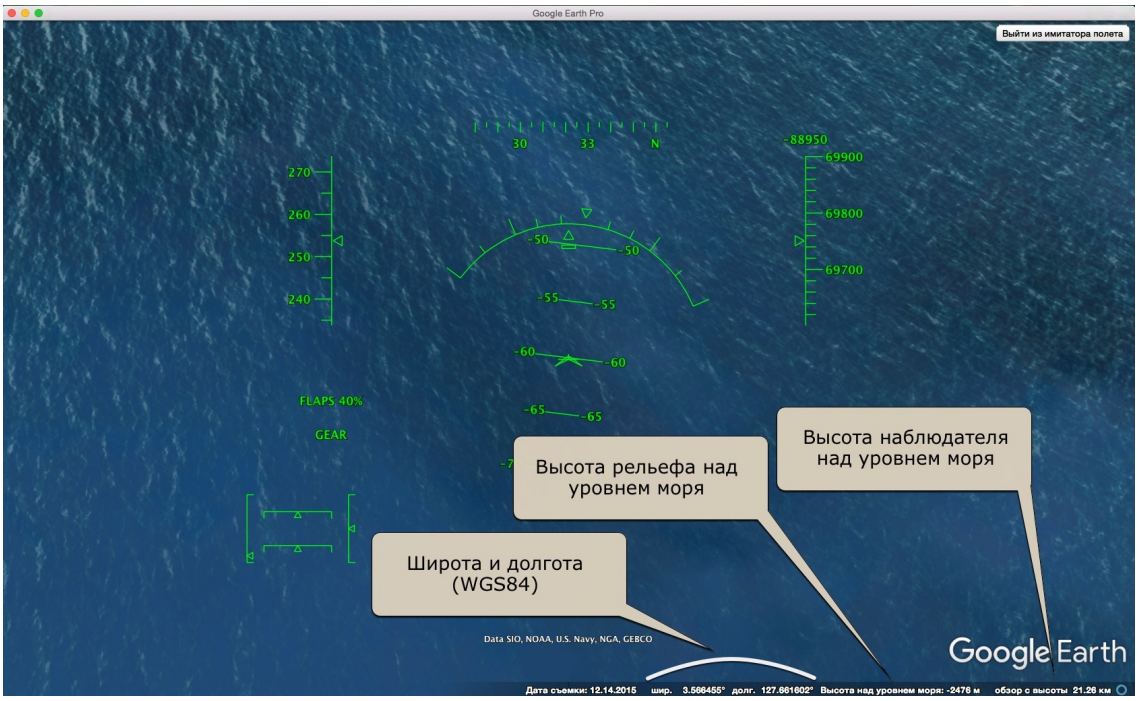

Рис. 2. Экран Google Earth в режиме авиасимулятора. Показаны элементы статусной строки, позволяющие учащемуся самостоятельно определить своё местонахождение в географическом пространстве и сориентироваться.

Задача 2. «Охарактеризуй местность»

Введение. Задача является «статическим», упрощённым вариантом задачи 1, не требующим использования режима авиасимулятора. Обучаемый, которому учитель демонстрирует экран с отображённой на нём местностью без использования дополнительных значков и векторных слоёв, должен, ориентируясь по данным широты и долготы местности и манипулируя интерфейсом, возможно более полно охарактеризовать наблюдаемую местность.

Замысел игры. Начальная точка выбирается обучающим из набора заранее выбранных точек, либо произвольным и случайным образом. В этом случае учащийся должен будет по координатам места восстановить своё местонахождение с растущей степенью точности (континент – страна - регион), обосновать свой выбор и возможно более полно охарактеризовать местность.

Техника выполнения задачи. Аналогична задаче 1. Запускается Google Earth, выбирается начальная точка полёта, все векторные слои отключаются. Обучаемый должен описать местность возможно более полно с учётом заданных учителем требований к такому описанию (рис. 3).

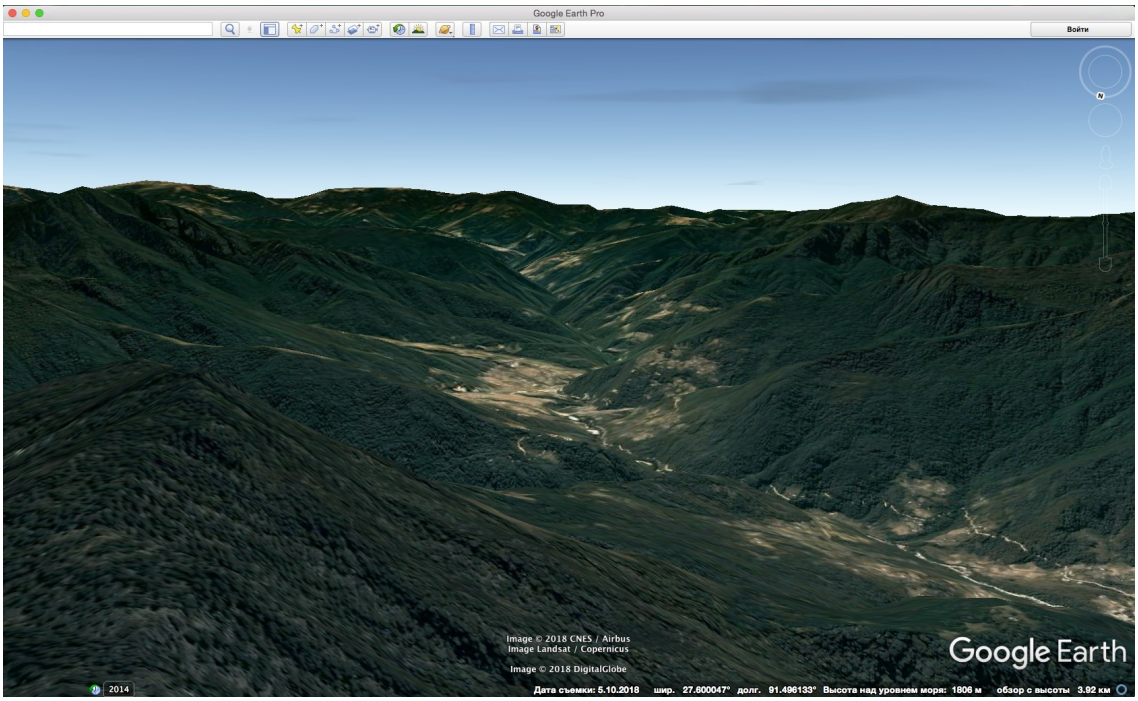

Рис.3. Представление местности в 3D-интерфейсе Google Earth для подготовки описательной характеристики местности

Задача 3. Найди антипода

Введение. Благодаря внемасштабности, сочетающей возможность и глобального просмотра всей Земли, и детального просмотра любого участка местности, появляется возможность точного изучения антиподов (точек, противолежащих заданным на земном шаре). Такой поиск может быть довольно интересным и имеет значительный междисциплинарный потенциал, поскольку требует знания иных предметных областей – например, истории. Так, многим учащимся небезынтересно будет узнать, что антиподом древнего (одного из древнейших на Земле) и загадочного города Мохенджо-Даро в долине реки Инд является не менее загадочный остров Пасхи в Тихом океане. Антиподом таинственного Тимбукту в Африке является архипелаг Фиджи в Меланезии. Береговая линия восточного берега озера Байкал очень точно противолежит западному берегу Южной Америки у архипелага Огненная Земля, а антиподом Пекина является устье реки Рио-Негро в Патагонии. Учащиеся могут найти антипода собственного населённого пункта, и т.д.

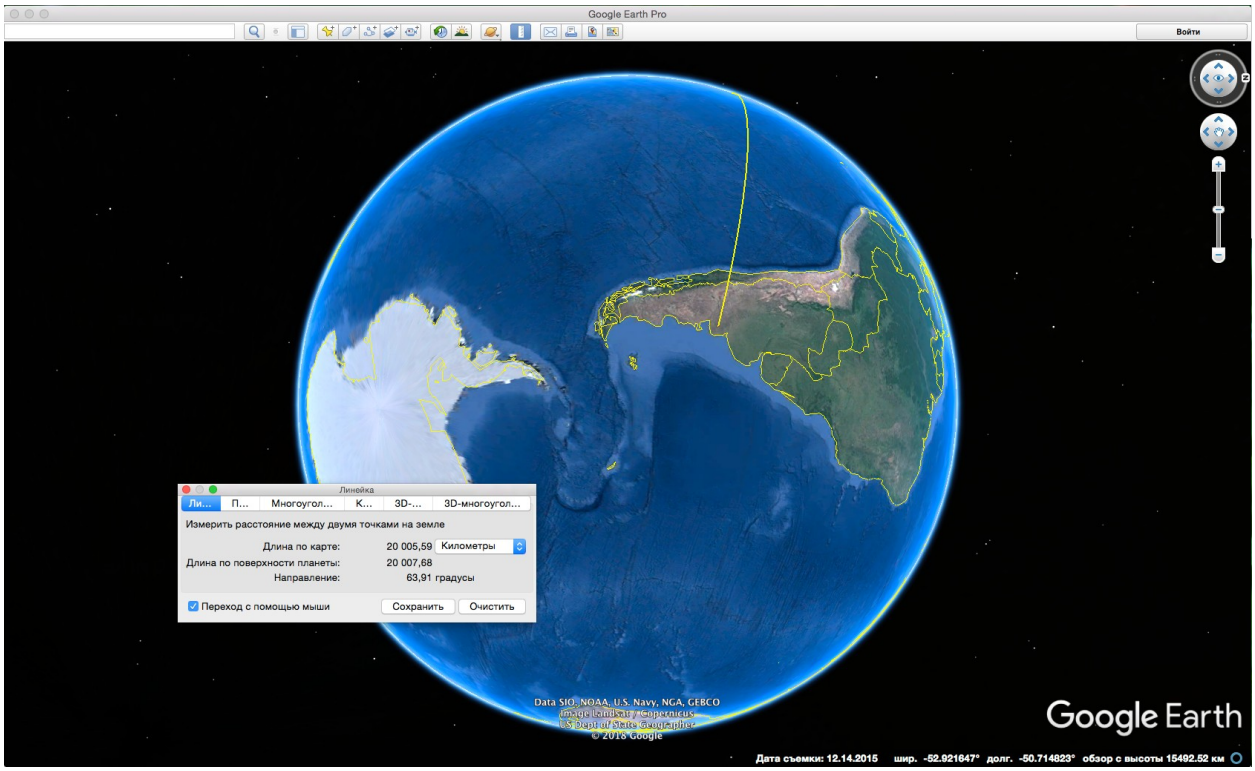

Рис. 4. Поиск антипода городу Пекин (Китай) с помощью инструмента «линейка» Google Earth

Замысел игры. В процессе игры используется одно из очень простых в использовании, но мощных аналитических средств Google Earth – измерительная линейка,

позволяющая определять дугу большого круга, соединяющего две произвольные точки на местности. Выбрав одну точку, можно удалиться от Земли («уменьшить масштаб»), и, проворачивая глобус, найти точку, противолежащую начальной, т, е, удалённую от неё примерно на 20 тыс. км; при её достижении дуга большого круга начнёт быстро и хаотично менять свой азимут (рис. 4). Учащимся можно предложить найти возможное большее число подобных точек, интересных с каой-либо точки зрения – например, исторической или экономической. В таблице 1 приведены некоторые города-антиподы.

Техника выполнения задачи. В клиентском приложении Google Earth на компьютере запускаете режим «Линейка» (Меню «Инструменты» – «Линейка»). Сначала линейка фиксируется в начальном пункте, затем ведётся поиск антипода.

Табл. 1 Перечень некоторых антиподов

остров Пасхи	Мохенджо-Даро (Пакистан)
архипелаг Фиджи	Тимбукту (Мали)
Пекин (Китай)	Устье Рио-Негру (Аргентина)
оз. Байкал	Тихоокеанское побережье Южной Америки в районе арх. Огненная Земля

Можно предложить найти антипода Гонконгу, Гамильтону, Мадриду, Веллингтону, Улан-Удэ, Тайбэю, Токио, п-ову Таймыр и др.

Заключение

Внедрение современных цифровых образовательных ресурсов создает предпосылки для интенсификации образовательного процесса. Современная проблема снижения мотивации учащихся к учебному процессу на уроках географии может быть решена и с помощью использования современных технологий. Приложение Google Earth активизирует познавательную деятельность обучающегося, развивает творческие способности, мышление. Многочисленные функции программы дают возможность совершить виртуальное путешествие в любую точку Земли, увидеть трехмерную картину дна океанов и морей. Технология Google Sky позволяет не только просмотреть звездное небо, отдельные галактики, туманности, звезды, планеты, но и создать свой виртуальный тур по космическим телам. Использовать приложения Google Earth можно как на уроках, так и при самостоятельной работе и дополнительном образовании, в частности в исследовательской

работе школьников: строить профиль местности или котловины пруда, работать с относительными и абсолютными высотами рельефа, определять высоту падения и уклон русла малых рек, площади территорий, прокладывать краеведческие, туристические, экологические и других маршруты, определять площади различных объектов и т. д.

Использование информационных технологий в учебной и внеурочной деятельности позволяет получить метапредметные результаты, когда в единое целое интегрируются несколько школьных курсов.

Список литературы

Аноприенко А.Я., Ерёмченко Е.Н., Клименко С.В. (2017) *Digital Earth как метод визуализации*. Труды Международной конференции GraphiCon-2017. Пермь. Т.1. Стр. 290-294.

Важенин Б.П. (2017) *Рой палеосейсмодислокаций Ола (Хурэндя) в северном приохотье*. Технологии техносферной безопасности. Т. 73. № 3. Стр. 186-195.

Ерёмченко, Е.Н. (2008) *Неогеография: особенности и возможности*. Материалы конференции «Неогеография XXI-2008» IX международного форума «Высокие технологии XXI века», Москва. Стр. 22-25

Ерёмченко, Е.Н., Тикунов, В.С., Никонов, О.А., Мороз, В.А., Массель, Л.В., Захарова, А.А., Дмитриева, В.Т., Панин, А.А. (2017) *Цифровая Земля и цифровая экономика*. Геоконтекст. Том 5. №1. стр. 40-54.

Дмитриева В.Т., Еремченко Е.Н., Кружалин В.И., Клименко С.В. (2009а) *Неогеография в обучении и обучение неогеографии.* В сборнике: Высокие технологии - стратегия XXI века материалы конференции X Юбилейного Международного форума. С. 441-448.

Дмитриева В.Т., Еремченко Е.Н., Клименко С.В., Кружалин В.И. (2009б) *Неогеография: особенности нового подхода к работе с географической информацией*. География и экология в школе XXI века. № 3. С. 9-16.

Дмитриева В.Т., Подболотова М.И. (2016) *Концепция «цифровой земли» в учебном процессе*. ИнтерКарто/ИнтерГИС 22. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий в условиях глобальных изменений климата: материалы Междунар. науч. конф. Т. 2. – М.: Издательский дом «Научная библиотека». Т. 22. – С. 321–331.,

Мизев Е.И, Мизева М.А. (2016) *Google Earth — источник занимательных заданий по физике и математике*. Апробация. Т. 44. № 5. Стр. 77-79.

Онищенко, Е.Ю. (2018) *Использование геоинформационной системы «Google Earth Pro» в реализации предметов математики и информатики в общеобразовательной школе*. Вестник Амурского государственного университета. Серия: гуманитарные науки. №80. Стр. 100-103.

Соколова А.А. (2011) *Зона Волго-Балтийского водного пути на геоизображении Google Earth: виртуальное пространство и визуализированная реальность*. Известия российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. № 141. Стр. 148-160.

Тикунов В.С., Ерёмченко Е.Н. (2015) *Цифровая Земля и картография*. Геодезия и картография. № 11. С. 6-15.

Foresman, T.W. (2008) *Evolution and implementation of the Digital Earth vision, technology and society*. International Journal of Digital Earth. V. 1. N. 1. pp.4-16.

Goodchild, M.F. (2008) *The use cases of Digital Earth*. International Journal of Digital Earth. V. 1. N. 1. pp.31-42.

Guo, H. (2016) *Digital Earth and Future Earth*. International Journal of Digital Earth. V. 9. N. 1. pp.1-2.

Gore, A. (1998) *The Digital Earth: Understanding our planet in the 21st Century*. Al Gore speech at California Science Center, Los Angeles, California, on January 31, 1998.

Patterson, T. W. (2007) *Google Earth as a (Not Just) Geography Education Tool*. International Journal of Digital Earth. V. 16. N. 4. pp.145-152.

Высокоточный мониторинг эпидемической обстановки с помощью 3D-модели населённого пункта

Ерёмченко Е.Н.[*1]| Вылегжанин С.А.[2] | Фетищев А.А.[3]
[1]Московский государственный университет имени Ломоносова, Москва, Россия, eugene.eremchenko@gmail.com
[2]МРУ №174 ФМБА России, Протвино, Россия, cgsen174@mail.ru
[3]Центр госсанэпиднадзора № 174, Протвино, Россия, alex-f100@mail.ru

Аннотация

В работе рассматриваются подходы к изучению медико-экологической ситуации в небольшом населённом пункте России, наукограде Протвино, с высоким пространственным и временным разрешениями с помощью 3D-модели города с использованием методологии Цифровой Земли.

Ключевые слова

Медико-экологическая ситуация, мониторинг, Цифровая Земля, неогеография, 3D-модель.

High-precision monitoring of the epidemic situation with the help of 3D-model of the settlement

Eremchenko E.N.[*1]| Vylegzhanin S.A.[2] | Fetishev A.A.[3]
[1]Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, eugene.eremchenko@gmail.com
[2]MRU №174 FMBA, Protvino, Russia, cgsen174@mail.ru
[3]Rospotrebnadzor Center № 174, Protvino, Russia, alex-f100@mail.ru

Abstract

The paper considers approaches to the study of medical and environmental situation in a small settlement of Russia, the science city of Protvino, with high spatial and temporal resolutions using a 3D model of the city using the methodology of Digital Earth.

Keywords

Medical and environmental situation, monitoring, Digital Earth, neogeography, 3D model.

Введение

Объективная оценка медико-экологической ситуации относится к числу задач высокой актуальности и важности, однако попытки её удовлетворительного решения сталкиваются с целым рядом препятствий – начиная от общенаучных (отсутствие удовлетворительных дефиниций базовых понятий – таких, как «здоровье» и «болезнь») и заканчивая прикладными, технологическими (сложность формирования исчерпывающего перечня факторов, обусловливающих здоровье населения, и их учёта, трудности обеспечения полноты и целостности используемой в анализе контекстной информации, и т.д.) и социальными (проблемы сбора и интерпретации данных и результатов). В особенности это относится к урбанизированным территориям с относительно высокой плотностью населения

[1] Corresponding author

и высоким уровнем развития промышленности и транспортной инфраструктуры, в существенной степени определяющих экологическую ситуацию. При этом безусловная важность самой задачи представляется очевидной.

В этих условиях важное значение приобретает сбор и консолидация эмпирического материала, позволяющего оценить медико-экологическую ситуацию, а также пространственную и временную динамики наблюдающихся процессов. Важность эмпирического материала такого рода неоспорима и самоочевидна, и он давно и широко используется на практике. Наиболее естественной мерой медико-экологической обстановки может считаться инфекционно-эпидемическая обстановка и её динамика. Однако для анализа эмпирического материала, характеризующего инфекционно-эпидемическую обстановку, определяющую роль играет такой параметр информации, как её разрешение – в частности, пространственное и временное разрешения. В то же время, достижение высокого пространственного и временного разрешения является серьёзным вызовом вследствие отсутствия геопространственного контекста требуемой для анализа информации точности и детальности, а также сложности локализации данных – как правило, первичный эмпирический материал представляется в генерализованном виде, значительно снижающем его информативность и порождающем аберрации восприятия обстановки.

В наукограде Протвино Московской области был проведен эксперимент по представлению данных о мониторинге социальных процессов – и, в частности, инфекционной заболеваемости – с предельно высоким пространственным (до квартиры) и временным (до суток) разрешениями. В данной работе, первой из цикла запланированных публикаций, приводится общая информация о методическом обеспечении работ и о собранном массиве данных.

3D-модель Протвино

Наукоград Протвино населением около 35 тыс. человек был основан в 1960 году, а в 1989 году получил статус города. Он расположен в Серпуховском районе Московской области, на удалении примерно 100 км к югу от Москвы вблизи места впадения реки Протва в Оку и на стыке административных границ Московской, Калужской и Тульской областей (рис. 1). Город имеет высококачественную и новую инфраструктуру, большинство жителей проживает в многоэтажных жилых зданиях типовых проектов, в то время как районы

малоэтажной застройки отсутствуют. После завершения активной фазы строительства города в 1980-е гг. городская застройка изменялась в незначительной степени. Градообразующим предприятием города является крупный научно-исследовательский институт, значительные по масштабам производства промышленные предприятия отсутствуют, что благотворно сказывается на экологической обстановке. Жизнедеятельность города поддерживается развитой сетью автодорог, надёжным водо- и энергообеспечением. В то же время пасажирское железнодорожное сообщение отсутствует, что в значительной степени снижает миграционную нагрузку и способствует относительной стабильности городского населения во времени и в пространстве. Вышеперечисленные факторы делают Протвино удобным полигоном для изучения динамики социальных процессов, поскольку существенно снижают воздействие побочных факторов, осложняющих получение и особенно интерпретацию полученных результатов.

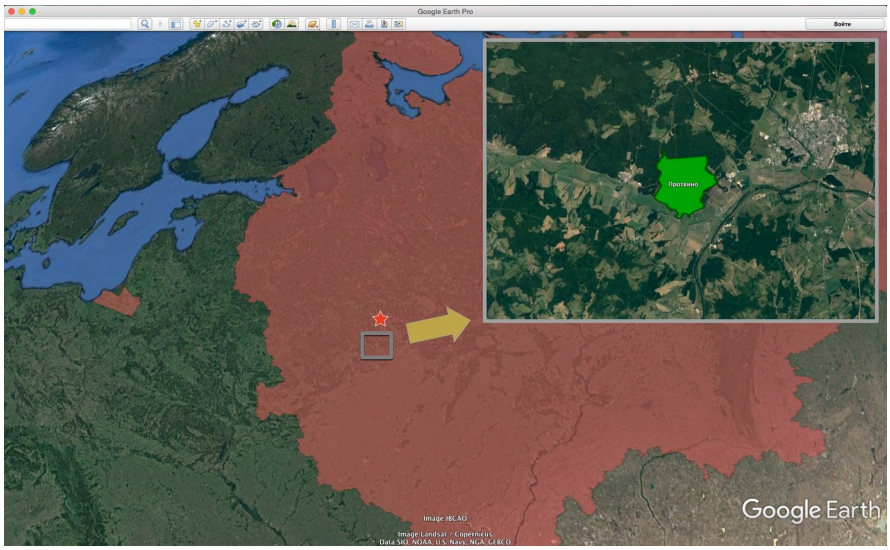

Рис. 1. Местоположение г. Протвино

Протвино стал первым городом в России, для которого была создана на базе ранее выполненной средствами ГИС 3D-модели города (Ерёмченко, Гречищев, 2005) высокоточная открытая 3D-модель зданий и сооружений селитебной зоны в формате KML/KMZ, изначально предназначенная для использования в системах класса «Цифровая Земля» (Токарев, Ерёмченко, 2009; Володченко и др., 2015). Впервые она была представлена в среде Google Earth в 2007 году и на протяжении последующего десятилетия последовательно совершенствовалась (рис. 2). В настоящее время она включает в свой состав высокоточные модели более чем полутора сотен зданий и сооружений, до половины

из которых выполнены в режиме полной фотовизуализации с использованием реальных фотографических изображений (рис. 3). Трёхмерные модели зданий создавались в редакторе SketchUp, интегрированном в Google Earth и позволяющем строить модели непосредственно в их геопространственном контексте.

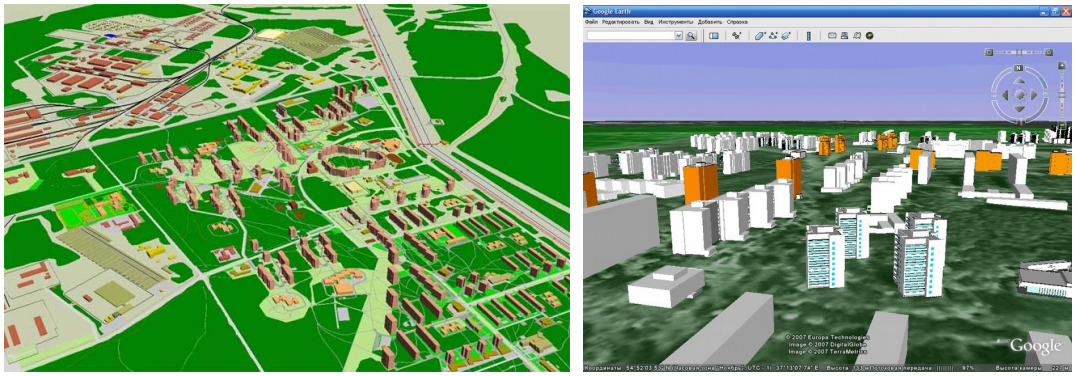

Рис. 2 (а, б). Слева направо – 3D-модель г. Протвино на разных этапах её развития. а) ГИС-модель (2005 г.); б) первая версия 3D-модели, выполненная в Google Earth (2007 г.)

Набор данных выполнен в гетерогенной (mash-up) архитектуре и содержит, помимо стандартных покрытий космическими снимками сверхвысокого разрешения и модели рельефа, также векторные слои, локализованные в пространстве и во времени изображения и панорамы.

Рис. 3 (а, б). Фотореалистичная визуализация текущей (2016 г.) 3D-модели г. Протвино в разное время суток.

Такой массив данных может использоваться для точной локализации в пространстве и

во врмени обычно трудно локализуемых событий, относящихся к социальным процессам – таких, как правонарушения, активность различных социальных страт и групп, инфекционная и соматическая заболеваемость, субъективно определяемое качество жизни, и т.д.

Особенности и назначение пространственно-временного мониторинга

Изучение пространственной и временной динамики любых процессов вообще и социальных процессов в частности является фундаментальным методом изучения их природы. К настоящему времени методика изучения динамики процессов в геопространстве с помощью средств классической картографии доведена до совершенства (рис. 4). Разумеется, такой подход, наряду с очевидными достоинствами, имеет и недостатки, обусловленные самой природой метода (Тикунов, Ерёмченко, 2015). К ним относятся:

1) необратимая редукция исходных массивов данных при генерализации;

2) систематические ошибки в интерпретации генерализованной информации;

3) невозможность совместного представления разномасштабных данных;

4) невозможность использования трёхмерного представления информации при изучении процессов, протекающих в современной урбанизированной среде.

Рис. 4 (а, б, в). Пространственная и временная визуализация эпидемической обстановки на карте с использованием метода генерализации.

Появление Цифровой Земли как нового метода работы с геопространственной информацией (Gore, 1998) позволило создавать единые, внемасштабные наборы данных и тем самым устранить проблемы несовместимости друг с другом разномасштабных моделей (рис. 5). Тем самым появилась возможность бесшовной интеграции данных сколь угодно высокой точности в региональные, общегосударственные, континентальные и глобальные модели, что позволяет перейти к новому этапу изучения социальных процессов.

В данном исследовании рассматривалась частная задача изучения возможностей консолидации, визуализации высокоточной трёхмерной информации о социальных процессах (на примере информации об эпидемических процессах), её интерпретации и

пространственно-временного анализа в современной городской среде. Следует отметить, что представление информации об эпидемических процессах с высокой точностью само по себе имеет длительную историю (Barford, Dorling, 2016), однако прежде информация представлялась с помощью классических географических карт, была изолирована от общегеографического контекста и не допускала консолидации. Не была также удовлетворительно решена проблема представления данных об эпидемических процессах, протекающих в современных многоэтажных жилых зданиях.

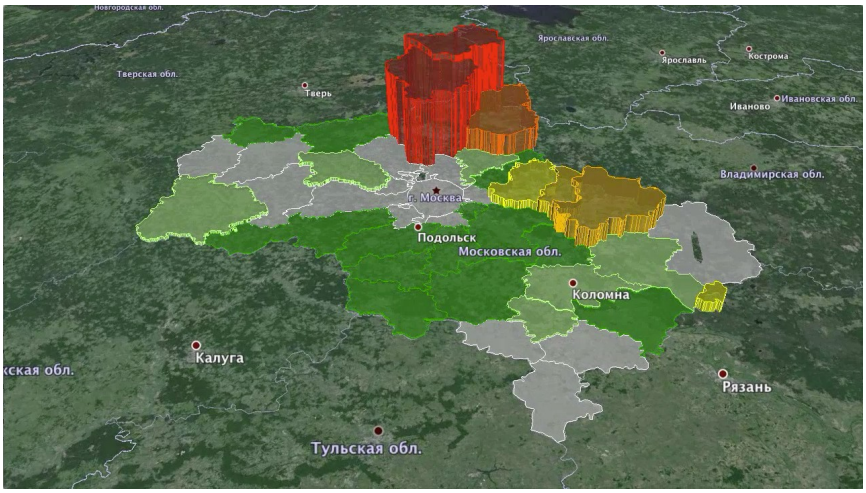

Рис. 5. Визуализация обстановки с использованием интерфейса класса «Цифровая Земля» (Google Earth)

В данном проекте разрешение и характер использования исходной информации определялись точностью исходных данных и их локализацией – адресом проживания заболевшего и датой регистрации заболевания. Разумеется, приурочивание эпидемического события в городе лишь к месту проживания заболевшего допустимо лишь в качестве первого приближения. Для полного анализа необходим учёт также мест, которые каждый житель посещает регулярно или периодически (места работы и учёбы, предприятия торговли, транспортные узлы, и т.д.), их перемещения в городской среде и в целом в пространстве. В настоящее время, однако, возможности сбора столь полной информации о социальных процессах даже в небольших населённых пунктах ограничены техническими и организационными сложностями.

В рамках данного исследования была предпринята попытка идентифицировать места заболеваний по квартирам в многоэтажных жилых зданиях г. Протвино – в виде слоя 3D-точек, соответствующих местоположению квартир в трёхмерном пространстве (рис. 6, а – г).

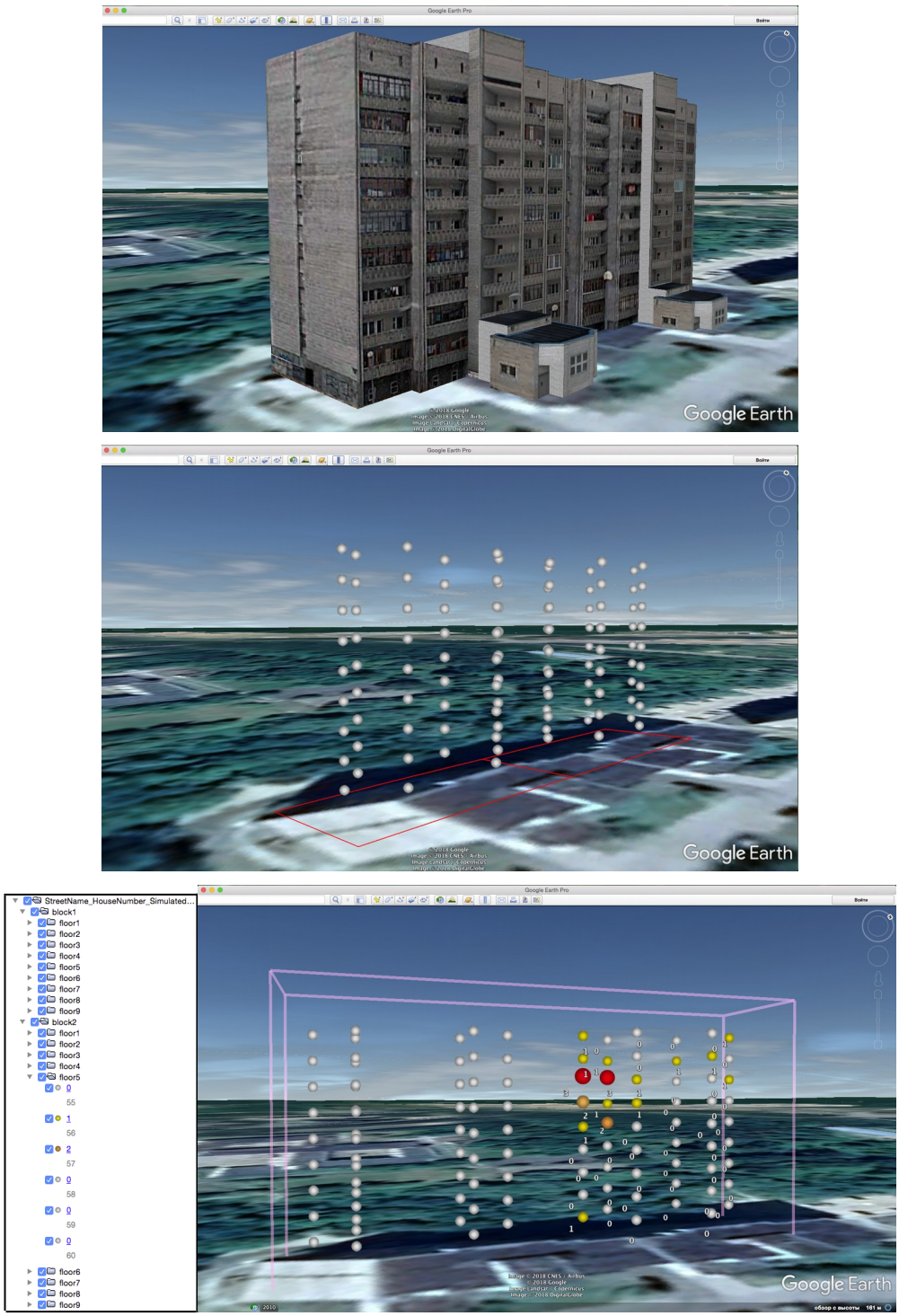

Рис. 6 (а, б, в, г). Сверху вниз: а) визуализация типового многоэтажного жилого здания в г. Протвино с использованием фотовизуализации; б) визуальная 3D-модель расположения квартир в жилом здании; в) структура KML-файла с 3D-маркерами квартир; г) визуализация заболеваемости в здании (сгенерированное изображение).

Подобный режим позволяет оптимально использовать возможности визуальной аналитики и выявить (в случае их наличия) нетипичные паттерны в пространственной и временной

динамике событий, позволяющие сформулировать необходимую для дальнейших исследований модель события (Ерёмченко, Клименко, 2016). Точечный слой в формате KML был создан непосредственно в Google Earth, визуализация требуемого показателя или показателей может осуществляться варьированием цвета и размера маркера, а также посредством численного индекса, характеризующего какой-либо скалярный параметр. Следует отметить, что формат KML/KMZ позволяет при необходимости отображать значения не только скалярной природы, но и иные – например, векторные значения. В данном исследовании задача визуализации нескалярных показателей не ставилась, однако она может при необходимости быть поставлена в дальнейшем.

Особенности и назначение пространственно-временного мониторинга

Собранный на протяжении 2006-2011 гг. массив данных об эпидемических событиях, происходивших в г. Протвино, содержит около 4 тыс. событий и позволяет локализовать их в пространстве с точностью до квартиры, в которой проживает больной. В сочетании с имеющейся 3D-моделью зданий и сооружений города это соответствует позволяет пространственной точности локализации не хуже 10-15 м в плане и не хуже 3-4 м по высоте. Локализация события во времени осуществляется с точностью до суток по времени регистрации события, либо с заведомо худшей точностью – по восстановленной дате заболевания.

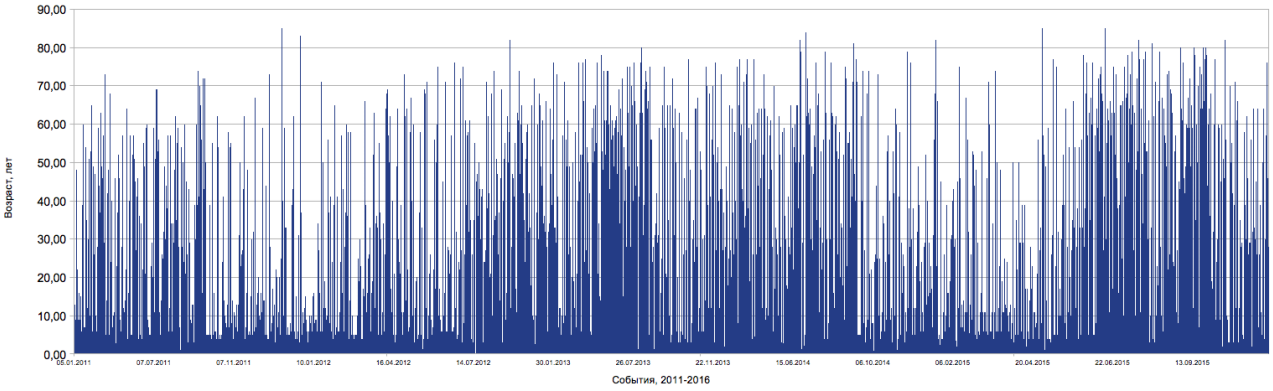

Рис. 7. Визуальное представление массива данных; по оси абсцисс – порядковый номер записи о событии, по оси ординат – возраст заболевшего.

На рис. 7 представлен общий массив данных, расположенных в порядке возрастания порядкового номера записи и отображающего возраст заболевшего. Возрастная гистограмма исследуемой выборки представлена на рис. 8. Заметны характерные изменения

доминирующих возрастных групп. Отмеченные вариации до некоторой степени объясняются календарными факторами. Наличие либо отсутствие иных факторов, систематически влияющих на заболеваемость инфекционными болезнями, требует дальнейших исследований. В этом отношении видится особенно продуктивным корреляционный анализ систематических изменений в заболеваемости в различных населённых пунктах, а также совместный анализ разнородных (в частности и в первую очередь, социальных) процессов в г. Протвино.

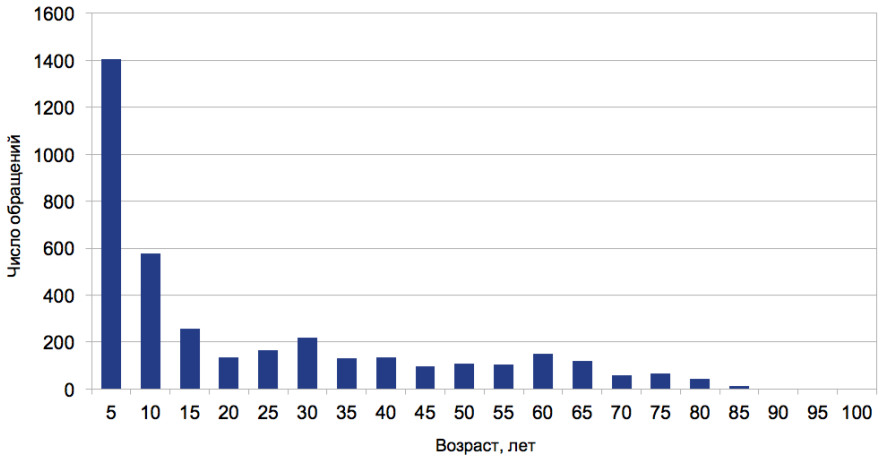

Рис. 8. Гистограмма возраста заболевших.

Заключение

Результаты выполненного исследования будут представлены в последующих публикациях. Его особенностью является использование Цифровой Земли в качестве среды интеграции и данные и представления их результатов, что позволит в перспективе создать единый внемасштабный набор данных любого охвата, вплоть до глобального.

Благодарности

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ №18-05-00236.

Список литературы

Володченко А.С., Ерёмченко Е.Н., Клименко С.В., Токарев С.К. (2015) 2005-2015. *История развития 3D-модели Протвино*. Наукоград: наука, производство, общество, том 3, № 1, с. 20-25.

Ерёмченко Е., Гречищев А. (2005) *Новый подход к созданию ГИС для небольших муниципальных образований*. ArcReview. 2005. №2 (32). Стр. 12-18.

Ерёмченко Е.Н., Клименко С.В. (2016) *Визуальная аналитика: теория и практика*. В сборнике Международная научная конференция "Ситуационные центры и ИАС4i для мониторинга и безопасности" SCVRT1516, 2016, ИФТИ Протвино, с. 113-124.

Тикунов В.С., Ерёмченко Е.Н. (2015) *Цифровая Земля и картография*. Геодезия и картография. № 11. С. 6-15.

Токарев С.К., Ерёмченко Е.Н. (2009) *Цифровое Протвино – некоторые особенности развития проекта*. В сборнике: Высокие технологии - стратегия XXI века материалы конференции X Юбилейного Международного форума. 2009. С. 439-441.

Barford A., Dorling D. (2016) *Mapping Disease Patterns*. Wiley StatsRef: Statistics Reference Online, John Wiley & Sons, Ltd. DOI: 10.1002/9781118445112.stat06102.pub2

Gore A. (1998) *The Digital Earth: Understanding our planet in the 21st Century*. Al Gore speech at California Science Center, Los Angeles, California, on January 31, 1998.

Measuring Earthquake Induced Surface Displacement in Morocco using SBAS Interferometry

Desire Muhire[1] | Yassine Tounsi[1] | Ahmed Siari[1] | Abdelkrim Nassim[*1]
[1]Measurement and Control Instrumentation Laboratory (IMC), Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, Morocco, nassim.a@ucd.ac.ma (Abdelkrim Nassim)

Abstract

We apply the Small Baseline Subset (SBAS) Differential SAR interferometry (DInSAR) method to monitor ground movement following several earthquakes between 12.09.2015 and 10.03.2016 in Al Hoceïma, Morocco. The study focuses on selecting and stacking multiple interferograms to attenuate the atmospheric noise while preserving the interferometric measurement of the deformation signal. The selection process is discussed to reduce the effect of stacking small signal. We generated 25 interferograms covering the above time span using Sentinel-1 images. Cumulative displacement of -8 to 8 mm was detected in the Rif Mountains and around the epicenter of the 24 February 2004 earthquake.

Keywords

SBAS, Interferometry, Sentinel-1, Earthquakes, Al Hoceïma

Измерение вызванного землетрясением смещения поверхности в Марокко с помощью интерферометрии SBAS

Дезире Муире[1] | Яссин Тоунси[1] | Ахмед Сиари[1] | Абделькрим Нассим[1]
[1]Лаборатория контрольных и измерительных инструментов, факультет естественных наук, университет имени Чуайба Дуккали, Марокко, nassim.a@ucd.ac.ma (Абделькрим Нассим)

Аннотация

Мы применили метод интерферометрии малых базовых линий (SBAS) дифференциальной интерферометрии SAR (DInSAR) для мониторинга смещений поверхности Земли после нескольких землетрясений, произошедших между 12.09.2015 и 10.03.2016 в Эль-Хосейма, Марокко. Основное внимание в исследовании уделяется выбору и сложению нескольких интерферограмм для ослабления атмосферного шума при сохранении интерферометрического измерения сигнала деформации. Обсуждается процесс выбора для уменьшения эффекта сложения в случае слабого сигнала. Мы сгенерировали 25 интерферограмм, охватывающих вышеуказанный промежуток времени, используя изображения Sentinel-1. В горах Риф и вокруг эпицентра землетрясения 24 февраля 2004 года было обнаружено результирующее смещение от -8 до 8 мм.

Ключевые слова

SBAS, интерферометрия, Sentinel-1, землетрясения, Эль-Хосейма

Introduction

Space-based Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar (DInSAR) is a remote sensing technique for monitoring surface displacement with millimeter accuracy in the Line of sight (LOS) direction (Massonnet and Feigl, 1998). It has been successfully applied to a wide range of applications such as earthquake-induced deformation detection (Massonnet et al, 1993; Foumelis et al, 2009), crustal deformation (Hunstad et al, 2009), measurement of mining subsidence

* Corresponding author

(Przylucka et al, 2015; Guéguen et al, 2009), and active volcanoes monitoring (Massonnet et al, 1995). In Al Hoceïma, DInSAR was applied to monitor the earthquake-related deformation induced by the 6.4-moment magnitude scale (MW), which occurred on 24 February 2004 (Cakir et al, 2006). The guiding principle of SAR systems relies on the computation of the two-way propagation path of radio waves for topographic measurement. However, the atmospheric medium, defined by a refractive index, induces a path delay which significantly reduces precise measurement (Goldstein, 1995).

The conventional Differential InSAR (DInSAR) has experienced algorithmic advances based on time series analysis to significantly reduce this atmospheric noise. These modern techniques can be categorized into two distinct groups, namely the Persistent Scatterer InSAR (PS-InSAR) (Ferretti et al, 2000) and Small Baseline Subset SAR interferometry (SBAS) (Berardino et al, 2002). The SBAS was utilized for its robustness and better estimation of surface deformation in non-urban territories. The remainder of the paper is organized as follows: section II introduces the region of study, section III presents methods, section IV embodies results and discussions, and section V concludes.

Region of study

Al Hoceïma, Morocco, is located at 35 ◦ 14 ’57 "north, 3 ◦ 55’ 58" west on the eastern range of the Rif mountain near the Alboran Sea. Al Hoceïma has a dynamic seismic activity resulting from the convergence of African and Eurasian tectonic plates. This motion causes major earthquakes, such as the 6.4 Mw earthquake (Goldstein, 1995; Tahayt et al, 2009; Kariche et al, 2018), on February 24, 2004, resulting in more than 630 deaths (Figure 1 and 2); and recently, a 6.3 Mw on January 25, 2016 (Figure 1), followed by several aftershocks felt in the region, according to United States Geological Survey (USGS) data (Figure 1, 2a and 2b) (Kariche et al, 2016).

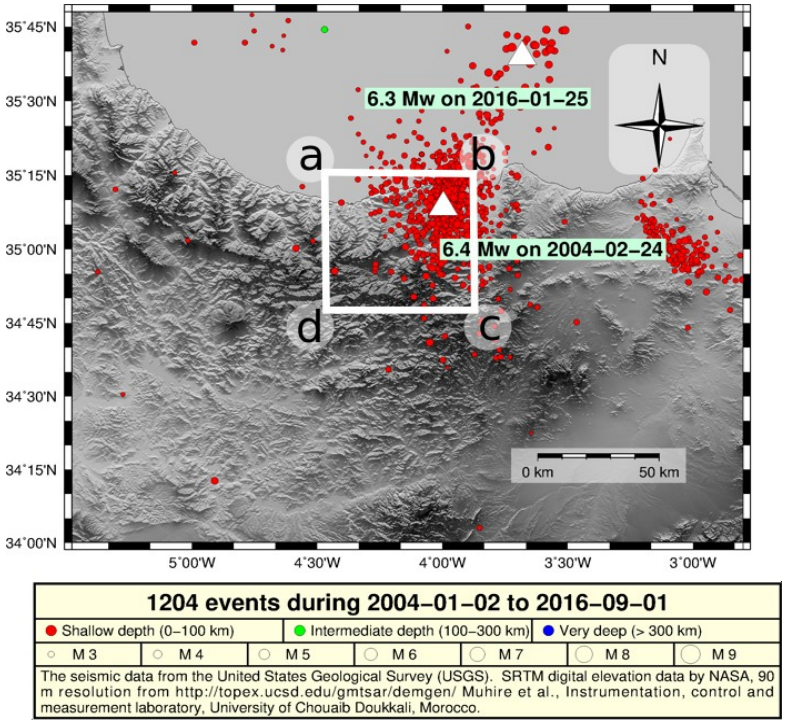

Figure. 1. Al Hoceïma seismic activity recorded by USGS on the 6.4 and 6.3 Mw earthquakes respectively on February 24, 2004, and January 25, 2016. The region of study is indicated by the [a, b, c, d] rectangle. The Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Digital Elevation Model (Farr and Kobrick, 2000) and the Generic Mapping Tools (Wessel and Smith, 1998) have been used to generate this map.

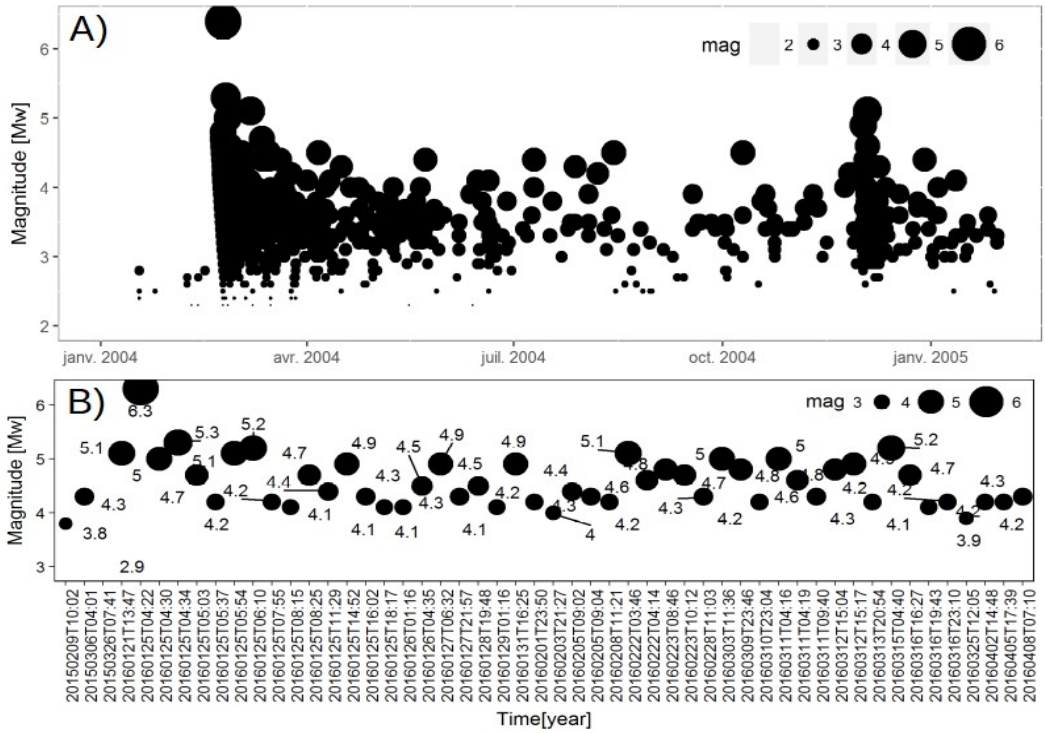

Figure 2: The temporal observation of the Al Hoceïma seismic activity with respect to the 6.4 and 6.3 Mw earthquakes.

Region of study

Sentinel-1 Satellite Imagery

Sentinel-1 is a constellation of two European Space Agency (ESA) C-band (S1-A and B) Synthetic Aperture Radar (SAR) missions in the Copernicus program (Geudtner and Torres, 2012). S1-A launched in 2014 in Interferometric Wide swath (IW) mode with a revisit time of 12 days and 5 m by 20 m spatial resolution has been used in this work. The selection of S1-IW image has been systematically used to exploit the short revisit satellite time of Sentinel-1 Radar in the period prior the earthquake of 6.3 Mw on January 25, 2016, and its aftershock (figure 1, 2). In a seismic case, a short revisit time permits the acquisition of several and sufficient images for Time series Differential InSAR (TInSAR) analysis while staying in the period of the earthquake and its aftershock.

The data selection was conducted with respect to ground USGS data (figure 1). The numbers of the radar images toward the starting were 18 images. To remain in the problematic posed, that of isolating the measures to the strong earthquake on January 25, 2016, we selected images with ground USGS data demonstrates significant estimations. In the presented framework, the USGS data from the period of February 09, 2015 to March 06, 2015 that indicates a light earthquake has been removed to avoid transient temporal decorrelations with respect to the date of the strong earthquake.

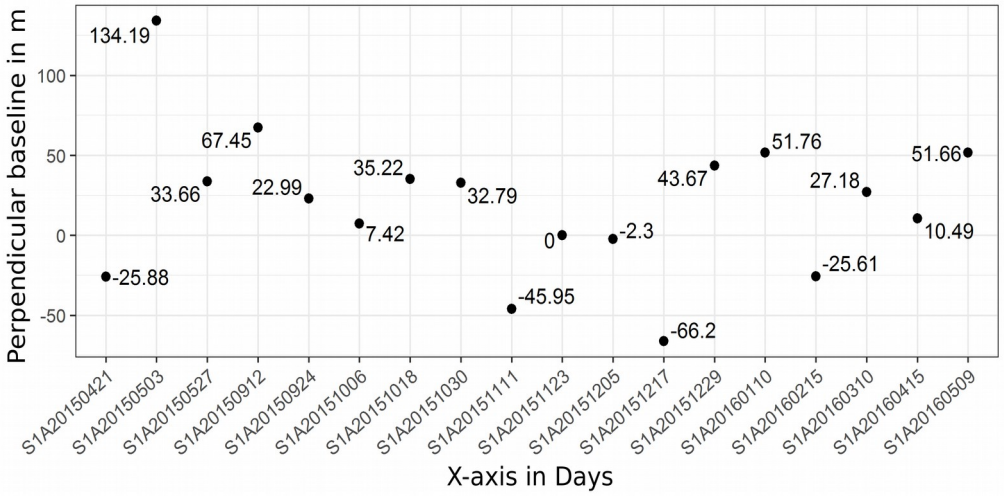

Figure 3: Sentinel-1 data from April 21, 2015 to May 09, 2016 have been downloaded from ESA to monitor earthquakes observed from ground measured data starting from September 02, 2015 to April 08, 2016.

The USGS data (figure 2) also showed non-significant ground measurement form March 06,

2015, to January 21, 2016. However, we have systematically included acquisitions from September 21, 2015, to achieve the minimum number of images required for atmospheric noise attenuation. Further SAR images have been removed from a practical point of view or by the selection process of the master and interferometric pairs (figure 4).

Pair selection approach

The proposed pair selection approach is based on the relationship of the coherence and the phase variance error by Rodriguez and Martin (Rodriguez and Martin, 1992; Fielding et al, 2005; Grandin et al, 2016). In principle, the stacking approaches are based on averaging N independent observations (looks or interferograms) to mitigate the atmospheric signals to $1/\sqrt{N}$ fold (Ferretti et al, 2000; Zebker et al, 1997; Sandwell and Price, 1998). However, the determination of the minimum required is not mathematically well defined in literature for SBAS and PSInSAR (Ferretti et al, 2000; Zebker et al, 1997; Sandwell and Price, 1998) or Stanford Method for Persistent Scatterers (STAMPS) (Hooper et al, 2012). In this subsection, we discuss the use of the coherence and the phase variance relation to define commonly used thresholding coherence value and the number of interferograms in stacking methods (Ferretti et al, 2000; Zebker et al, 1997; Sandwell and Price, 1998) in the seismic case.

The phase variance and coherence relation are given as Rodriguez and MartinRodriguez and Martin (Rodriguez and Martin, 1992; Fielding et al, 2005; Grandin et al, 2016):

$$\sigma_{\phi}^{2} = \frac{1}{2N\gamma^{2}}\left(1-\gamma^{2}\right) \qquad (1)$$

Where σ_{ϕ}, γ, N are respectively the standard deviation, the coherence and N the number of observations (figure 3).

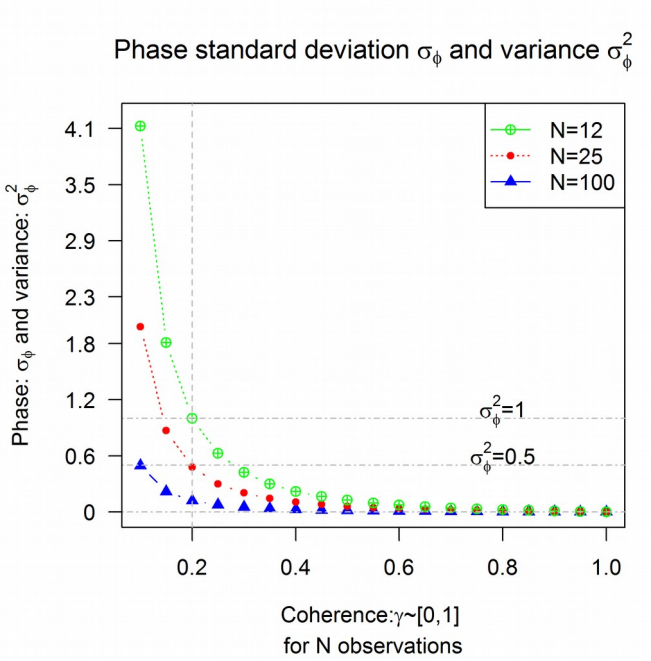

Figure 4: The plotting of the equation for representing the phase variance error as a function of the coherence and the number of independent phase observations.

On one hand, we can observe, from figure (3), that the phase variance error tends toward infinity for low coherence for any given number of observation and rapidly drops for coherence values below 0.2. Thus, this relation $(eq.1)$ can demonstrate that the value 0.2 coherence generally used in literature (Berardino et al, 2002) for thresholding is a good start in reducing phase variance error. On the other hand, increasing of the number of looks or phase observations reduces the phase variance. However, as discussed above, stacking an elevated number of interferogram reduces the resolution and presents the risk of not measuring small amplitude signal, such in the case of seismic deformation.

From the expression $(eq.1)$, a complementary approach can be taken by increasing a high constrain on coherence while setting the minimum required N looks to obtain one can obtained low phase error (figure 4). A high value of coherence, not only reduce the phase variance, error, it also reduces phase unwrapping error propagation and also fasten this process. The figure shows that the number of interferogram $N \cong 25$ used generally as the minimum required observation (Ferretti et al, 2000; Zebker et al, 1997; Sandwell and Price, 1998) present low phase variance inferior to 0.5 as compared to the $N \cong 25$. Considering the seismic case, we generated a critical minimum number of interferogram for InSAR time series of 25 interferograms with a minimum of $\gamma = 0.3$ via the short baseline subset network (Farr and Kobrick, 2000) (figure 5).

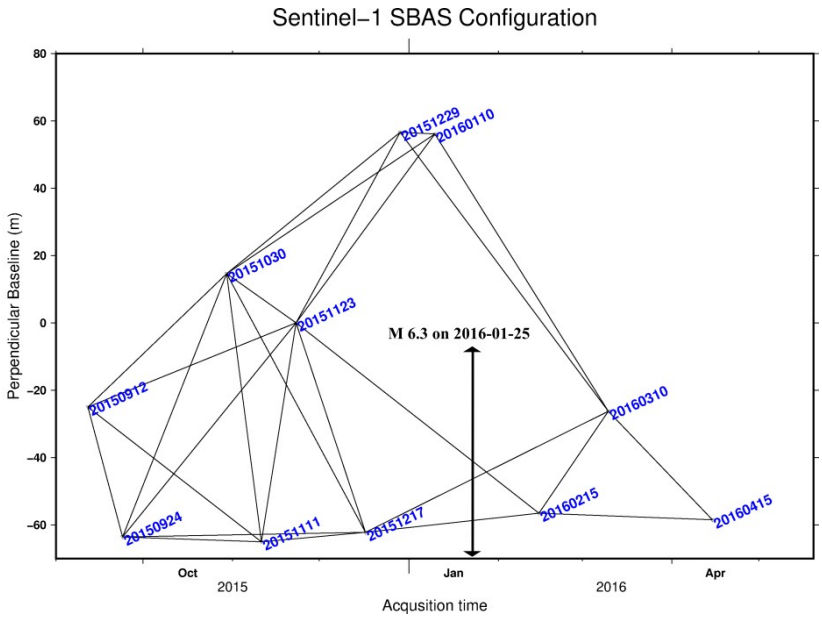

Figure 5: The SBAS network is defined by selecting a 90 days temporal and a 100 m spatial perpendicular baseline.

Data processing

The repeat-pass interferometry applied on two SAR images generates an interferogram that contains the topography, the noise, and the deformation with respect to their acquisition's dates (Massonnet and Feigl, 1998). The topographic component can be subtracted by the conventional Differential InSAR (DInSAR) using an external Digital Elevation Model (DEM). The Small Baseline Subset approach (SBAS) (Berardino et al, 2002) is an empirical method that uses a multitude of differential SAR interferograms and generally linear inversion to mitigate the atmospheric noise.

The DInSAR was applied to several SAR Sentinel-1 data acquired from September 21, 2015 to April 8, 2016 (Figures 2 and 6.A) covering earthquakes observed from January 21, 2016 to April 8, 2016.

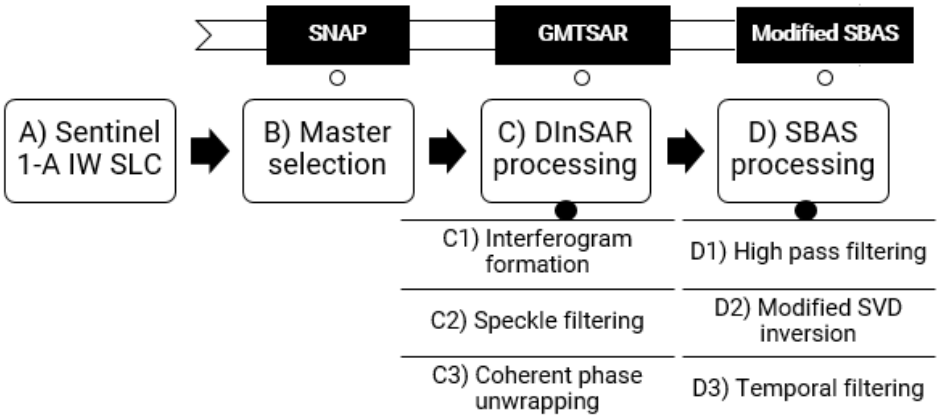

Figure 6: The proposed the Small Baseline Subset (SBAS) algorithm approach.

The DInSAR has been proceeded to form differential interferogram from single-look complex (SLC) SAR images following the proposed approach (figure 6). The selection of the master was performed to minimize the spatial perpendicular baseline and the temporal baseline, as well as the mean doppler centroid frequency difference from the critical values. These critical values are utterly based on SAR metadata and are used to define a modeled cost function in the form of coherence. This modeled coherence is calculated in the Sentinel Application Platform (SNAP) (Zuhlke et al. 2015). However, the rest of the DInSAR process is conducted using the Generic Mapping Tools InSAR Processing System(GMTSAR)[22] (Sandwell et al, 2010). All SAR slaves were coregistered to the one master defined (figure 6.B and 6.C1), also called super master for multiple Interferogram formations; and for our data, it is was acquired on November 23, 2015 (figure 3 and 4). The removal of flat Earth from satellite orbit and topographic phase removal using the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM 3-arc-second) the digital elevation model (DEM) (Farr and Kobrick, 2000) subtraction were resumed in the processing chain (figure 6) as interferogram formation(figure 6.C1). The coherence weighted adaptive filter of Goldstein using sliding windows in the frequency domain (figure 6.C2) was applied to wrapped interferogram (Baran et al, 2003).

A coherent phase unwrapping, referred in (figure 6.C3), is applied on the wrapped phase interferogram to mask decorrelating pixels and the correlating pixels are interpolated, and an interpolation is applied to obtain a continuous spatially dense map. The absolute differential phase interferogram was then recovered via the Statistical-Cost, Network-Flow Algorithm for Phase Unwrapping (SNAPHU) (Chen and Zebker, 2000). The modified SBAS approach (figure 6, D) by (Grandin et al, 2016) is applied for atmospheric correction high pass filtering of spatially correlated and long waves atmospheric and orbital ramp in the unwrapped phase interferogram.

Results and discussions

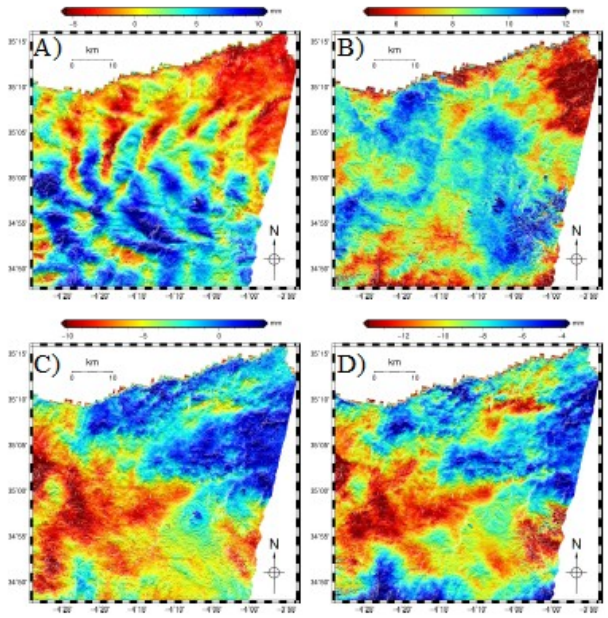

Figure 7: A sample of 4 differential interferograms, (a) 20151030-20160110, (b) 20151123-20160215,(c) 20151229-20160310 and (d) 20160215-20160310, measured from GMTSAR. They contain atmospheric noise, orbit and, topographic error. Other interferograms have been omitted for clarity.

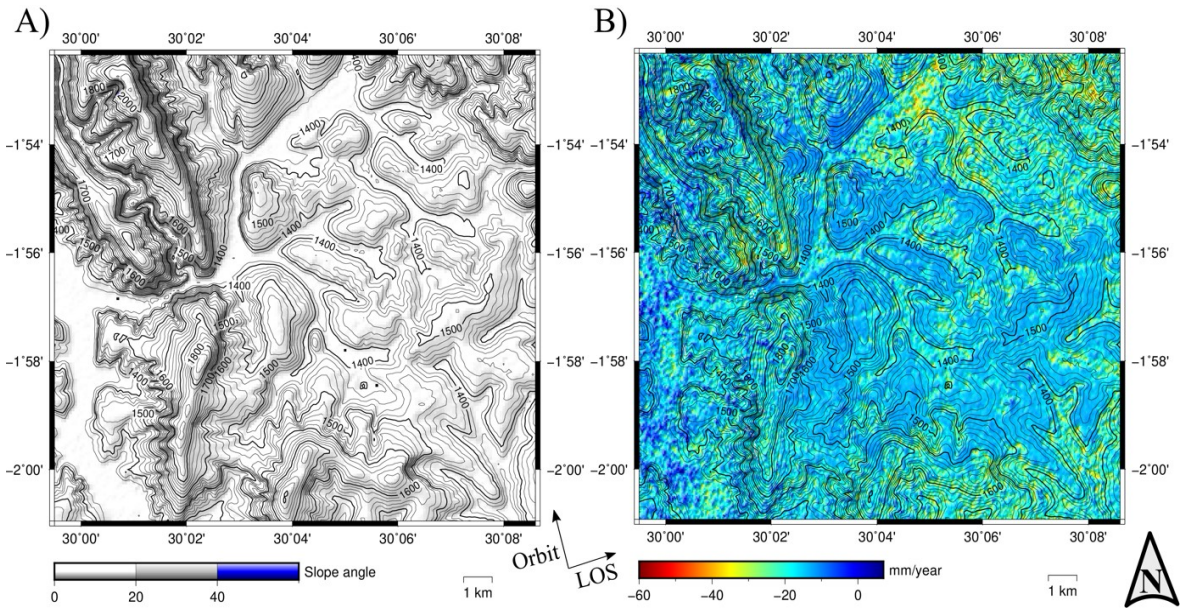

Figure 8: Cumulative displacement of Al Hoceïma using the SBAS approach applied to the Sentinel-1 images.

The purpose of this work was to measure the surface deformation induced by the Al Hoceïma earthquake of 6.3 Mw (USGS) on January 25, 2016. The extensive geophysical studies on the

seismic assessment and interpretation can be found in (Cakir et al, 2006; Kariche et al, 2017; Tahayt et al, 2009). The results (figure 7) obtained from the region of study (figure 1) show a deformation detected in the north-east, around the location of the epicenter of February 24, 2004, 6.4 Mw, and in the south-west in the mountains of Rif (figure 1).

Conclusion

We have applied the SBAS interferometry approach for the measurement of deformation due to the Al Hoceïma seismic. The purpose of this approach was to take advantage of the millimetric resolution and the short spatiotemporal baseline of the Sentinel-1 images covering the region of study to observe its dynamic due to a series of earthquakes. The proposed approach was to select an optimum number of interferograms to avoid attenuating the deformation signal by stacking. We have noticed cumulative displacement within a range of -8 mm and 8 mm obtained from 25 Interferograms using the SBAS approach applied on the Sentinel-1 images of AL Hoceïma. Small deformation signal was detected in the north-east, around the location of the epicenter of February 24, 2004, 6.4 Mw and in the south-west in the mountains of Rif.

References

D. Massonnet and K. L. Feigl (1998) *Radar interferometry and its application to changes in the Earth's surface*, Rev. Geophys., vol. 36, no. 4, pp. 441–500.

D. Massonnet et al (1993) *The displacement field of the Landers earthquake mapped by radar interferometry*, Nature, vol. 364, no. 6433, p. 138.

M. Foumelis, I. Parcharidis, E. Lagios, and N. Voulgaris (2009) *Evolution of post-seismic ground deformation of the Athens 1999 earthquake observed by SAR interferometry*, J. Appl. Geophys., vol. 69, no. 1, pp. 16–23.

I. Hunstad, A. Pepe, S. Atzori, C. Tolomei, S. Salvi, and R. Lanari (2009) *Surface deformation in the Abruzzi region, Central Italy, from multitemporal DInSAR analysis*, Geophys. J. Int., vol. 178, no. 3, pp. 1193–1197.

M. Przylucka, G. Herrera, M. Graniczny, D. Colombo, and M. Béjar-Pizarro (2015) *Combination of conventional and advanced DInSAR to monitor very fast mining subsidence with TerraSAR-X data: Bytom City (Poland)*, Remote Sens., vol. 7, no. 5, pp. 5300–5328.

Y. Guéguen et al. (2009) *Monitoring residual mining subsidence of Nord/Pas-de-Calais coal basin from differential and Persistent Scatterer Interferometry (Northern France)*, J. Appl. Geophys., vol. 69, no. 1, pp. 24–34.

D. Massonnet, P. Briole, and A. Arnaud. (1995) *Deflation of Mount Etna monitored by spaceborne radar interferometry*, Nature, vol. 375, no. 6532, p. 567.

Z. Cakir, M. Meghraoui, A. M. Akoglu, N. Jabour, S. Belabbes, and L. Ait-Brahim (2006) *Surface deformation associated with the Mw 6.4, 24 February 2004 Al Hoceima, Morocco, earthquake deduced from InSAR: Implications for the active tectonics along North Africa*, Bull. Seismol. Soc. Am., vol. 96, no. 1, pp. 59–68.

R. Goldstein (1995) *Atmospheric limitations to repeat-track radar interferometry*, Geophys. Res. Lett., vol. 22, no. 18, pp. 2517–2520.

A. Ferretti, C. Prati, and F. Rocca (2000) *Nonlinear subsidence rate estimation using permanent scatterers in differential SAR interferometry*, IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., vol. 38, no. 5, pp. 2202–2212.

P. Berardino, G. Fornaro, R. Lanari, and E. Sansosti (2002) *A new algorithm for surface deformation monitoring based on small baseline differential SAR interferograms*, IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., vol. 40, no. 11, pp. 2375–2383.

T. G. Farr and M. Kobrick (2000) *Shuttle Radar Topography Mission produces a wealth of data*, Eos Trans. Am. Geophys. Union, vol. 81, no. 48, pp. 583–585.

P. Wessel and W. H. Smith (1998) *New, improved version of Generic Mapping Tools released*, Eos Trans. Am. Geophys. Union, vol. 79, no. 47, pp. 579–579.

D. Geudtner and R. Torres (2012) *Sentinel-1 system overview and performance*, in 2012 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, pp. 1719–1721.

E. Rodriguez and J. M. Martin (1992) *Theory and design of interferometric synthetic aperture radars*, IEE Proc. F Radar Signal Process.

E. J. Fielding et al. (2005) *Surface ruptures and building damage of the 2003 Bam, Iran, earthquake mapped by satellite synthetic aperture radar interferometric correlation*, J. Geophys. Res. Solid Earth, vol. 110, no. 3, pp. 1–15.

R. Grandin, E. Klein, M. Métois, and C. Vigny (2016) *Three-dimensional displacement field of the 2015 Mw8. 3 Illapel earthquake (Chile) from across-and along-track Sentinel-1 TOPS interferometry*, Geophys. Res. Lett., vol. 43, no. 6, pp. 2552–2561.

H. A. Zebker, P. A. Rosen, and S. Hensley (1997) *Atmospheric effects in interferometric*

synthetic aperture radar surface deformation and topographic maps, J. Geophys. Res. Solid Earth, vol. 102, no. B4, pp. 7547–7563.

D. T. Sandwell and E. J. Price (1998) *Phase gradient approach to stacking interferograms*, J. Geophys. Res. Solid Earth, vol. 103, no. B12, pp. 30183–30204.

A. Hooper, D. Bekaert, K. Spaans, and M. Arıkan (2012) *Recent advances in SAR interferometry time series analysis for measuring crustal deformation*, Tectonophysics, vol. 514–517, pp. 1–13.

M. Zuhlke et al. (2015) *SNAP (sentinel application platform) and the ESA sentinel 3 toolbox*, in Sentinel-3 for Science Workshop, vol. 734.

D. T. Sandwell, R. J. Mellors, X. Tong, M. Wei, and P. Wessel (2010) *GMTSAR software for rapid assessment of earthquakes*, in AGU Fall Meeting Abstracts.

I. Baran, M. P. Stewart, B. M. Kampes, Z. Perski, and P. Lilly (2003) *A modification to the Goldstein radar interferogram filter*, IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., vol. 41, no. 9, pp. 2114–2118.

C. W. Chen and H. A. Zebker (2000) *Network approaches to two-dimensional phase unwrapping: intractability and two new algorithms*, JOSA A, vol. 17, no. 3, pp. 401–414.

J. Kariche, M. Meghraoui, Y. Timoulali, E. Cetin, and R. Toussaint (2017) *The Al Hoceima earthquake sequence of 1994, 2004 and 2016: Stress transfer and poroelasticity in the Rif and Alboran Sea region*, Geophys. J. Int., vol. 212, no. 1, pp. 42–53.

A. Tahayt et al. (2009) *The Al Hoceima (Morocco) earthquake of 24 February 2004, analysis and interpretation of data from ENVISAT ASAR and SPOT5 validated by ground-based observations*, Remote Sens. Environ., vol. 113, no. 2, pp. 306–316.

J. Kariche, M. Meghraoui, Y. Timoulali, E. Cetin, and R. Toussaint (2018) *The Al Hoceima earthquake sequence of 1994, 2004 and 2016: Stress transfer and poroelasticity in the Rif and Alboran Sea region*, Geophys. J. Int., vol. 212, no. 1, pp. 42–53.

J. Kariche, M. Meghraoui, Y. Timoulali, E. Cetin, and R. Toussaint (2016) *The Alboran Sea earthquake (Mw 6 .3) of 25 January 2016 : A consequence of the 1994-2004 Al Hoceima seismic events?*, in 35th General Assembly of the European Seismological Commission, no. January, p. 2016.