

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Институт «Высшая школа журналистики и массовых коммуникаций»

*На правах рукописи*

**МОРОЗОВ Никита Алексеевич**

**Эволюция форм визуализации данных в новых медиа  
(на примере научно-популярных онлайн-проектов)**

**Профиль магистратуры – «Медиадизайн»**

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Научный руководитель –  
канд. филол. наук,  
доцент А. В. Якунин

Вх. № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_  
Секретарь \_\_\_\_\_

Санкт-Петербург

2017

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ГЛАВА I. НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ НОВЫЕ МЕДИА.....	9
1.1 История популяризации науки и визуализация .....	9
1.1.2 Научно-популярный стиль .....	12
1. 2 Новые медиа.....	13
1.2.1 Место научно-популярного жанра в новых медиа.....	15
1.2 Понятие визуализации данных .....	19
1.3.1 Научная визуализация и визуализация данных .....	21
1.3.2 Формы и методы визуализации данных .....	28
2.4. Инфотейнмент в визуализации данных в новых медиа.....	37
2.4.1 Явление инфотейнмента .....	38
2.4.1 Составляющие инфотейнмента в визуализации: геймификация и игровые элементы .....	39
ГЛАВА 2 ЭВОЛЮЦИЯ ФОРМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТОВ NASA и Vizzies.....	52
2.1 Специфика организации NASA Scientific Visualization Studio .....	52
2.2 Контент-анализ визуализации научно-популярных проектов NASA .	56
2.2.1 Визуализации Conceptual Image Lab .....	56
2.2.2 Визуализации Goddard Media Studios .....	60
2.2.3 Анализ визуализаций Scientific Visualization Studio .....	64
2.3 Интерактивные визуализации НАСА .....	67
2.4 Анализ визуализаций явления Эль Ниньо (1997-2016) .....	75
2.5 Анализ лауреатов премии Vizzies .....	77
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	81
Список литературы и использованных источников.....	85

## ВВЕДЕНИЕ

«Популяризация науки есть не что иное, как стремление отобразить научные идеи таким образом, чтобы каждый человек (особенно, не ученый) смог осознать фундаментальные понятия и иметь представление о сущности науки»<sup>1</sup>. Рассказывая об открытиях, объясняя фундаментальные научные знания, медиа тем самым способствуют социальному, экономическому, культурному развитию страны и помогают общественному прогрессу. Это одна из самых важных обязанностей любого человека, который пишет про науку для широкой аудитории, – популяризировать ее, делать доступной и интересной.

Донести научные данные до аудитории — это сложная задача. Важнейшую роль в ней играют визуальные методы представления информации, так как человек получает большую часть информации об окружающем мире через зрительное восприятие.

Популяризация науки проникла в журналистику в XIX веке, когда начали появляться научно-популярные журналы, такие, как *Popular Science*, *Scientific American*, «Вокруг Света». В них использовались стандартные виды отображения данных: иллюстрации, диаграммы и графики. Эти же журналы печатали визуализации, которые создавали ученые для иллюстрации результатов исследования или же части его процесса.

С появлением кино и телевидения возможностей для визуализации данных стало еще больше — появилась такая форма, как видео. Но только с возникновением интернета число путей для визуального отображения достигло своего максимума. Такие свойства, как интерактивность и мультимедийность, открыли пути для множества новых типов визуализации.

Визуализация научной информации для широкой аудитории должна

---

<sup>1</sup> Cornelis G. Is Popularization of Science Possible? [Электронный ресурс]. Точка доступа: <https://www.bu.edu/wcp/Papers/scie/ScieCorn.htm> (дата обращения: 16.05.17).

быть одновременно наглядной, логичной, эстетически привлекательной и корректной с научной точки зрения. Соблюдение этих требований позволяет достичь цели визуализации — помочь аудитории осознать суть научного сообщения.

С распространением интернета и развитием технологий, в мире установилась новая концепция взаимодействия общества и науки. Ее полное название звучит как «Public engagement in science and technology» — «общественная вовлеченность в науку и технологии». Эта концепция предполагает размытие четких рамок классической научной коммуникации и учитывает изменения в восприятии информации, которое стало более активным.

Данная концепция должна была повлиять на формы визуализации данных как на одну из важных частей научной коммуникации. С развитием технологий, у визуализаторов данных появляется больше средств для репрезентации информации. Кроме того, развитие программного обеспечения позволило сделать в том числе научную визуализацию наглядной и зрелищной. Мы предполагаем, что в визуализациях научно-популярных новых медиа появляются элементы инфотейнмента, повышается роль эстетики. Новые медиа открывают перед визуализаторами множество путей — добавление интерактивности, внедрение трехмерных визуализаций, элементов геймификации, даже элементов виртуальной реальности, стилизация под те или иные культурные формы. В настоящее время нет исследований, которые бы изучали изменения в характере форм визуализации данных в научно-популярных онлайн-проектах.

Популяризация науки по-прежнему остается одной из важнейших функций СМИ<sup>2</sup>. По мнению Михаила Бурцева<sup>3</sup>, растет и потребность СМИ в

---

<sup>2</sup> Тертычный А. А. Быть ли научно-популярной журналистике? // Вестник ВГУ. Серия: Филология. Журналистика. 2013 г. №2. С 212-217.

<sup>3</sup> Точка зрения. Популяризация науки в России [Электронный ресурс] Точка доступа: <https://postnauka.ru/talks/14235> (дата обращения: 16.05.17)

науке. Все это дает основания предполагать, что научно-популярные онлайн-ресурсы будут все чаще предлагать пользователям те или иные разновидности визуализации данных.

**Актуальность работы:**

Степень разработанности темы: по нашим данным, не существует работ, которые бы исследовали визуализации в новых медиа с точки зрения инфотейнмента, или исследований, которые бы описывали эволюцию визуализаций в научно-популярных новых медиа.

**Гипотеза работы:** С течением времени число визуализаций с элементами инфотейнмента будет возрастать.

**Научная новизна работы.** Несмотря на возросший за последние несколько лет интерес исследователей к научно-популярным медиа, не существует работ, которые бы исследовали развитие визуализации научных данных в научно-популярных сайтах.

**Гипотеза исследования:** с развитием средств визуализации информации, визуализации в научно-популярных новых медиа становятся все более сложными и интерактивными.

**Цель данного исследования** — охарактеризовать изменения в визуализации данных в научно-популярных онлайн-проектах. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие **задачи**:

— определить и разобрать понятия: «визуализация данных», «научно-популярный», «новые медиа», «эстетика», «инфотейнмент», «научная визуализация»;

— определить место научно-популярных медиа в современных новых медиа

— на основе источников изучить формы и методы визуализации данных;

— провести количественный контент-анализ визуализации данных в научно-популярных интернет-проектах;

— проанализировать изменения (или их отсутствие) в формах

визуализации данных.

**Объект исследования** — визуализации данных в научно-популярных ресурсах Интернета.

**Предмет исследования** — изменения в формах визуализации данных.

Теоретико-методологическую базу исследования составили: в вопросах о научно-популярном жанре: работы А.А. Тертычного, Д. Мидоуса, М.В. Литке, Е.А. Макаровой, Э.А. Лазаревича, О.М. Овчинниковой, Ю.В. Курковой, Л. Цао и некоторых других исследователей; в вопросах новых медиа: работы Л. Мановича, Р. Логана и некоторых других исследователей; в вопросах визуализации данных: работы Н. Ильинского, Д. Стиля, О.В. Песковой, А.Ю. Зиновьева, А.И. Пыжьяновой, Х. Нэгеля, Н. Яу, К. Уэйра, И.К. Романовой, Т. Мунзнер и других исследователей; в вопросах инфотейнмента и его элементов в визуализации: работы П. Ланквоски, С. Бьорка, И.С. Соколовой, А. Марчевского, К. Каппа, Д. Джуула, С. Сордена, Е.Ю. Кармаловой, А.А. Ханкаевой и других авторов; в вопросах эстетики визуализации: работы Э. Вандер Моэре, А. Блэка, Д. Фишера, Л. Татеосян и других авторов.

**Эмпирическую базу** составили визуализации организации NASA Scientific Visualization Studio. Мы проанализировали визуализации трех подразделений данной организации в период с 2006 по 2016 год, беря по 5 проектов в год. Кроме того, мы отдельно проанализировали 10 интерактивных визуализаций, созданных NASA в период с 2004 по 2016 год. Также мы отдельно проанализировали визуализации, посвященные одному природному явлению. Там временные рамки составили промежуток между 1997 и 2017 годом.

Для достижения поставленной цели и решения исследовательских задач мы используем **метод** контент-анализа.

**Апробация** отдельных положений магистерской диссертации прошла в рамках конференции «Медиа в современном мире. 56-е Петербургские

чтения» (Санкт-Петербург, 2017 г.). Один из авторов работы, Н.А. Морозов, был заявлен в качестве эксперта на круглом столе «Медиадизайн: смыслы и интерпретации». Материалы были опубликованы в сборнике по итогам конференции.

**Структура исследования** соответствует заявленной цели и поставленным задачам: работа состоит из введения, двух глав, заключения, списка литературы и приложений. В первой главе определяются понятия «визуализация данных», «научно-популярный», «новые медиа», «научная визуализация», рассматривается место научно-популярного жанра в современных новых медиа, дается оценка общего положения научной коммуникации. Также в первой главе дается определение понятий «эстетика», «инфотейнмент», описываются категории инфотейнмента в визуализациях, используемых в современных новых медиа, описываются наиболее актуальные формы и методы способов визуализации данных в научно-популярных новых медиа.

Во второй главе анализируется и описывается эволюция форм визуализации больших данных на основании результатов контент-анализа выборки визуализаций производства NASA Scientific Visualization Studio. В заключении делаются выводы по проделанной работе.

В библиографии представлен список исследований на данную тему на русском и английском языках, а также указаны интернет-источники.

В приложении предоставлены иллюстрации, сопровождающие текст работы, а также таблицы с полными результатами контент-анализа выборки.

**Положения, выносимые на защиту:**

— популяризация науки — это деятельность, при которой научные идеи отображаются таким образом, чтобы пользователь мог осознать фундаментальные понятия и иметь представление о сущности науки;

— визуализация это один из самых эффективных путей популяризации науки;

— современная научная коммуникация осуществляется в рамках концепции «Общественной вовлеченности в науку и технологии». Это означает размытие жестких рамок классической модели, деформализация научной коммуникации и активное участие в научной коммуникации массовой аудитории;

— данная концепция повлияла и на визуализацию. Это влияние можно выразить через критерии инфотейнмента, свойственные визуализации данных в новых медиа, такие как эстетика, геймификация, интерактивность;

— в настоящий момент данные критерии представлены в используемых в научно-популярных новых медиа визуализациях недостаточно эффективно. Можно утверждать, что в указанных выше аспектах формы визуализации данных практически не эволюционируют.



## ГЛАВА I. НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ НОВЫЕ МЕДИА

### 1.1 История популяризации науки и визуализация

История популяризации науки начинается с конца XVII века<sup>4</sup>. К этому моменту попытка интерпретировать мир с помощью науки стала необходимостью. Примером подобной интерпретации стали работы Исаака Ньютона, где используется подчеркнуто количественный, математический подход, который был непонятен большинству образованных читателей. При жизни Ньютона появились книги, популяризирующие его идеи. Тем не менее, на протяжении XVIII века большинство наук только зарождалось и поэтому все еще были легко доступны для понимания образованного читателя. Например, геология была любительской деятельностью: вплоть до середины XIX века, в связи с чем ожидалось, что даже исследовательские журналы по геологии будут понятны большинству.

По мере профессионализации и специализации науки, она становилась все более сложной для восприятия широкой аудитории. Рост специализированного жаргона и непрерывное наращивание теоретической базы для каждой науки требовали больших ресурсов для понимания.

В XIX веке за учеными закрепился профессиональный статус<sup>5</sup>. Соответственно, можно было ожидать, что в девятнадцатом веке будет наблюдаться рост популяризации науки, и это действительно происходило так. Появлялось все больше книг, пропагандирующих научные идеи, набирали популярность научные лекции. Расширялась образованная аудитория, которая могла бы стать потребителем научного знания. Наконец, появились полноценные научные и научно-популярные медиа. Английский журнал

---

<sup>4</sup> Meadows J., *The Growth of Science Popularization: A Historical Sketch. — Impact of Science on Society*, 1986. P. 346.

<sup>5</sup> Там же, P. 348

«Нэйче» (Nature) (1869 г.), американские «Сайентифик Американ» (Scientific American) (1845 г.) и «Нэшнл Джиографик» (National Geographic) (1888 г.), российский «Вокруг Света» и по сей день остаются важными акторами в научном медиапространстве.

Лев Манович делит историю визуализации XIX-XX веков на три этапа, охватывая конец XVIII век и первую половину XIX века. Ключевой фигурой первого этапа является шотландский инженер Уильям Плейфейр, который разработал ряд техник для репрезентации собранных данных, в том числе, фундаментальные: гистограмму, линейный график и круговая диаграмму (см. прил.1, Рис. 1).

На втором этапе (1830-1890-е гг.) появляются графические методы для изучения отношений между двумя переменными. На третьем этапе (1900-1930) методы анализа и визуализации данных были уточнены, расширены и систематизированы.

Наука сыграла не последнюю роль в развитии визуализации данных. Научные исследования давали массу необработанной информации, которую необходимо было структурировать, а графическое воплощение было одним из передовых методов. Многие из каноничных визуализаций XIX века были связаны с наукой: «Картина наций» Эммы Уиллард, «Эволюционное дерево жизни» Чарльза Дарвина, «Периодическая таблица элементов» Дмитрия Менделеева (см. прил.1, Рис. 2).

Новый этап в визуализации научной информации начался с появлением компьютеров. Одним из ранних примеров компьютерной визуализации, а также первого фильма с компьютерной графикой<sup>6</sup>, является визуализация 1963 года под названием «Система управления ориентацией гравитационного градиента с двумя гироскопами» (A two gyro gravity gradient attitude control system). Данный проект был создан Эдвардом Зайаком, инженером,

---

<sup>6</sup> Fasolo Rao A. New Media for Scientific Data Visualization, Master Degree in Product and Visual Communication Design. IUAV University of Venice, 2015 г. P. 27

работающим над различными проектами трансмиссионных коммуникаций. В начале 60-х годов Зайак работал над программой связи для новых спутников с двумя гироскопами, что позволило бы решить некоторые проблемы со стабильностью и управлением, которые возникли с предыдущими проектами спутников. Подробно описав необходимое математическое обоснование, Зайак посчитал, что статичных графиков и изображений недостаточно, чтобы объяснить сложную траекторию новых спутников (см. прил.1, Рис. 3).

Со своим коллегой Фрэнком Синденом он начал работать над инновационной техникой визуализации: перспективным видеомоделированием, запрограммированным в FORTAN и доработанным с помощью специально разработанного программного обеспечения под названием ORBIT, предназначенного именно для этой цели. Данные передавались с помощью перфокарт в компьютер, после чего тот трансформировал их в микрофильм.

Для того времени данная анимация была прорывом, несмотря на все ограничения техники (так, рендер каждой минуты анимации занимал более 8 минут, а анимация была черно-белой из-за того, что информация о цвете занимала бы слишком много памяти).

Другой важнейшей научной компьютерной визуализацией стала работа 1977 года «Взаимодействующие галактики» *Interacting Galaxies*, созданная исследовательской группой Университета Огайо. Она представляет собой анимацию взаимодействующих галактик и примечательна по двум причинам. Во-первых, это была первая визуализация с огромным количеством частиц, и она показала, что данный тип визуализаций может быть крайне действенным, в том числе, и для последующих исследований. Во-вторых, данная визуализация была продемонстрирована на телешоу *Cosmos* Карла Сагана, — одного из важнейших популяризаторов науки — став, своего рода, символом, точкой соприкосновения визуализации и популяризации науки.

С развитием компьютерных технологий, развитием анимации,

трехмерных пакетов, визуализация стала применяться в научно-популярных шоу все чаще. В 1980-х годах научная компьютерная визуализация стала полноценной дисциплиной. Результаты исследований все чаще стали преподноситься в виде визуализацией, которые затем печатались в научных журналах и демонстрировались по телевидению.

### 1.1.2 Научно-популярный стиль

Толковый словарь Ефремовой дает следующее определение термину «научно-популярный»<sup>7</sup>: «Изложенный так, что доступен читателям-неспециалистам в данной области науки и техники с изложением их основ и популяризацией современных достижений».

Сам по себе научно-популярный стиль — часть научного, к которому также относятся собственно-научный, научно-учебный и научно-технический<sup>8</sup>. Если у остальных подстилей можно выделить характерные жанровые формы (монография, лекция, диссертация для собственно-научного, учебник, методическое пособие для учебно-научного), то у научно-популярных таких жанров нет. Этот стиль может быть воплощен в разных формах, форматах с помощью множества средств.

Целью использования такого стиля является ознакомление масс с описываемыми явлениями и фактами. Из-за того, что аудитория научно-популярного стиля в большинстве своем далека от профессионального понимания науки, научно-популярный текст пишется упрощенно, в нем возможно использование экспрессивных средств речи.

В статье «Научно-популярные и научно-познавательные журналы:

---

<sup>7</sup> Ефремова, Т.Ф. Новый толково-словообразовательный словарь русского языка / под ред. Т. Ф. Ефремовой. – Дрофа. Русский язык, 2000. КОЛ СТР.

<sup>8</sup> Рыжиков Ю. И. Работа над диссертацией по техническим наукам. Требования к ученому и к диссертации; Психология и организация научной работы; Язык и стиль диссертации и др. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. С. 496.

проблема типологической классификации» М. В. Литке пишет, что в теории журналистики существует определённая путаница, которая касается научно-популярного стиля<sup>9</sup>. Можно встретить такие термины, как: «научно-популярный», «научно-просветительский», «познавательный», «научно-познавательный». Из исследования М. Литке следует, что издания, которые общепринято считаются и позиционируют себя как научно-популярные (Nation Geographic, Geo, «Наука в фокусе» и др.), могут преследовать разные цели и ориентироваться на разную аудиторию. По мнению М. Литке, необходимо создать новую, более подробную классификацию подстилей научного жанра в связи с усиливающимся разнообразием научно-популярной продукции на рынке медиа. Однако, мы не будем делить научно-популярный стиль на подстили, чтобы не усложнять анализ и не лишать себя части материала, и докажем обоснованность такого решения ниже.

## **1. 2 Новые медиа**

Явление «новых медиа» является неотъемлемой частью и лучшей иллюстрацией тех процессов, которые протекали в медиасреде во второй половине XX века. Скорость технологических, культурных, организационных и идеологических изменений в этот период была значительно выше, чем когда-либо. Эти изменения затрагивали не только медиасреду — это были огромные подвижки целых пластов человеческих коммуникаций. Укоренение постмодернизма, появление новых, в первую очередь, компьютерных, технологий, глобализация, появление принципиально новых форм дистрибуции информации — все это явилось предпосылками для появления другого, отвечающего современности типа медиа. Возникновение новой

---

<sup>9</sup> М. В. Литке. Научно-популярные и научно-познавательные журналы: проблема типологической классификации. Журналистский ежегодник. № 3, 2014. С. 59-65.

площадки, которая бы наилучшим образом отражала радикальные изменения, было делом времени.

Популяризацию термина «новые медиа» обычно связывают с концом XX века, когда интернет начал обретать тот облик, который известен нам сегодня.

Р. Логан в книге «Understanding New Media: Extending Marshall McLuhan»<sup>10</sup> пишет, что новые медиа интерактивны, включают двустороннюю связь и подразумевают некоторые вычисления. Кроме того, их легко обрабатывать, хранить, трансформировать, связывать их гиперссылками, и, самое главное, их легко искать и получать к ним доступ.

Такие рамки позволяют понимать под новыми медиа широчайший круг вещей, от сайтов и социальных сетей до видеоигр и мобильного телевидения<sup>11</sup>. Именно такой разброс характерен для многих научных работ.

Теоретик медиа Лев Манович дает для новых медиа несколько иное, более ограниченное определение. В эссе «New Media from Borges to HTML» он приводит восемь утверждений, которые призваны придать определению термина четкость и ясность. Новые медиа должны использовать цифровые компьютерные технологии для создания и распространения контента. Таким образом, вся печатная продукция и кинематограф не относятся к новым медиа, так как они могут использовать компьютерные технологии в процессе создания, но не распространения. Также, Манович он разделяет новые медиа и «киберкультуру» (cyberculture). Киберкультура ориентирована на социальные аспекты Интернета, в то время, как новые медиа — на культурные и вычислительные. Например, ориентированные на мультимедиа видеоигры

---

<sup>10</sup> Logan R. Understanding New Media: Extending Marshall McLuhan. NY: Peter Lang Publishing, 2010. P. 252.

<sup>11</sup> Рогалева О. С., Шкайдерова Т. В. Новые медиа: эволюция понятия (аналитический обзор) [Электронный ресурс]. Точка доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/novye-media-evolyutsiya-ponyatiyaanaliticheskiy-obzor> (дата обращения: 15.05.2017)

попадают в сферу кибекультуры, а одиночные игры являются форматом новых медиа. Кроме того, к киберкультуре относятся интернет-сообщества и социальные сети. Нам кажется, что, исходя из данных определений, киберкультура является скорее системой ценностей, которые транслируется через каналы, которыми являются новые медиа. Мы согласны с определениями Мановича во всем, что касается именно новых медиа, но использовать термин «киберкультура» в дальнейшей работе не будем.

Новые медиа не просто отличаются по форме предоставления информации. С помощью новых жанров они создают новые ощущения у пользователя, предлагают новые репрезентативные возможности и опыт.

К настоящему моменту традиционные медиа подвержены сильному влиянию новых — практически все печатные издания имеют сайты или мобильные приложения, создаются симбиозы, такие, как онлайн-кинотеатры, интерактивность в той или иной форме проникла на телевидение десятилетия назад. Поэтому одни исследователи ставят под сомнение<sup>12</sup> само понятие новых медиа, а другие предлагают альтернативу: например, «трансмедийное повествование» (transmedia storytelling).

Вне зависимости от терминологии, новые медиа, благодаря интерактивности, гипертекстуальности, мультимедийности и их производным позволяют добиться принципиально нового уровня погружения в данные и информацию, в том числе, и в визуализации.

### **1.2.1 Место научно-популярного жанра в новых медиа**

В 2013 году А. А. Тertyчный<sup>13</sup> писал о том, что развитие научной

---

<sup>12</sup> Лапина-Кратасюк Е. Особенности новых медиа [Электронный ресурс]. Точка доступа: <https://postnauka.ru/video/38005> (дата обращения: 15.05.17)

<sup>13</sup>Тertyчный А.А. Быть ли научно-популярной журналистике? // Вестник ВГУ. Серия: Филология. Журналистика. 2013 г. №2. С 212-217.

популяризации возможно лишь за счет государственных программ. Однако, уже в 2016 стал очевиден рост популярности научно-популярной тематики в интернете<sup>14</sup>. Появляются новые специализированные ресурсы, такие, как «ПостНаука», «N+1», «Лекториум», принадлежащий ТАСС «Чердак», принадлежащий Rambler & Co «Индикатор».

Е. А. Макарова в работе «Научно-популярные сайты в системе СМИ» пишет, что публикации научно-популярных сайтов посвящены широкому кругу популяризируемых наук<sup>15</sup>. При этом разные научно-популярные сайты обладают разной тематической направленностью, которая зависит от потребностей аудитории сайта и целей создателей. Мы предполагаем, что для привлечения и удержания аудитории авторы научно-популярных публикаций будут использовать все больше визуального контента, в том числе и визуализацию данных.

В настоящее время в интернете можно обнаружить следующие научно-популярные площадки:

- 1) Онлайн-версии, мобильные версии и приложения научно-популярных журналов;
- 2) Специализированные рубрики на сайтах традиционных медиа;
- 3) Специализированные онлайн-СМИ (интернет-издания, научно- популярное онлайн-ТВ и радио, агентства научных новостей);
- 4) Прочие новые медиа (подкасты, SMS-оповещения, блогосфера, wiki-ресурсы);
- 5) Сайты образовательных, научных, научно-технических и

---

<sup>14</sup> The Rise Of Popular Science Journalism In Russia [Электронный ресурс]. Точка доступа: <http://en.ejo.ch/specialist-journalism/the-rise-of-popular-science-journalism-in-russia> (дата обращения: 15.05.17)

<sup>15</sup> Макарова Е.Е. Научно-популярные сайты в системе СМИ: типологические и профильные особенности: дис. канд. филол. наук / МГУ им. М.В. Ломоносова. – М., 2013. С. 261.



просветительских институтов и организаций;

6) Сайты научных мероприятий (фестивалей науки, научных выставок и форумов, научно-популярных лекториев и т.д.);

7) Отдельные проекты, основанные на визуализации данных;

8) Специализированные группы в социальных сетях и форумы.

Проанализировав содержимое данных площадок, мы пришли к следующему выводу. Сайты образовательных и научных организаций, а также отдельные проекты, основанные на визуализации данных, являются основными генераторами визуализаций, которые используются всеми остальными площадками — за редким исключением. Это объясняется тем, что несмотря на стабильный интерес массовой аудитории к научной теме, даже профильные медиа не могут позволить себе держать в штате дизайнера, который бы одинаково хорошо понимал и мир науки, и законы визуализации. В большинстве случаев интернет площадки используют оригинальные визуализации, созданные учеными, которые не всегда приспособлены для понимания широкой аудитории. Таким образом, можно рассчитывать лишь на то, что сайты научных и образовательных организаций будут делать такие визуализации, которые могли бы «зацепить» непосвященного зрителя. И предпосылки к этому имеются.

В последние десятилетия характер взаимодействия науки и общества претерпел значительные изменения<sup>16</sup>. На фоне глобальной перестройки информационной среды и развития новых медиа изменилась роль массового потребителя — он стал активным участником информационных процессов. С распространением интернета и эволюцией технологий, в мире установилась новая концепция взаимодействия общества и науки, которая постепенно вытесняет классическую модель. Ее полное название звучит как «public

---

<sup>16</sup> Овчинникова, О. М. Наука в онлайн-медиа: особенности репрезентации в итальянском сегменте Интернета [Электронный ресурс]. Точка доступа: <http://www.journ.msu.ru/downloads/2015/28eb046577094851dc46ae780b76b233.pdf> (дата обращения: 15.05.17)

engagement in science and technology» — «общественная вовлеченность в науку и технологии». Она отличается:

- нелинейным процессом коммуникации: научная коммуникация может возникнуть и на любительских площадках;
- активным восприятием информации;
- такое описание научных теорий и результатов специалистами (источник передачи научной информации в традиционной парадигме), которое не может быть окончательно отделено от «любительского» описания.

Подтверждением данной концепции может служить работа китайского исследователя Ли Цао «Science Communication Language in Chinese New Media: Evolution, Characteristics and Trend»<sup>17</sup>. Цао показывает, что в Китае существуют две большие группы научно-популярных сайтов — «государственные» или «частные». Эти категории различаются с точки зрения лингвистического стиля: в то время, как государственные веб-сайты пользуются более формальным языком, частные сайты используют более дружественные, неформальные слова.

При этом, несмотря на то, что государственные китайские сайты имеют хорошую репутацию и высокий научный авторитет, они испытывают большие трудности с привлечением аудитории. Цао называет две основные причины такой тенденции: неясный научный язык и определенную степень политизированности. У частных сайтов гораздо более разнообразный контент и язык, приближенный к разговорному, что дает более обширную аудиторию.

Разумеется, китайский сегмент интернета имеет свою специфику и несколько отличается от мирового (собственно, мы обращаемся к нему лишь потому, что исследования по языку научно-популярных новых медиа в других странах просто нет). Однако мы полагаем, что если в традиционном китайском

---

<sup>17</sup> Zhao L. Science Communication Language in Chinese New Media: Evolution, Characteristics and Trend. International Journal of Social Science and Humanity, Vol. 3, No. 5, 2013. P. 434-439

обществе идет переко́с в сторону живого, неофициального языка, то такая же тенденция существует и в других странах.

Концепция общественной вовлеченности в науку находит свое отражение и в визуализации данных. Мы полагаем, что в настоящее время происходит постепенное размытие понятие «научная визуализация».

Визуализация «Разработка мозга» Brain Development (см. прил.1, Рис. 4), которая является, по сути, комиксом, рассказывающим об эволюции устройства мозга в процессе взросления человека. Комиксоидная форма и юмор – в традиционном научном пространстве эта работа не ушла бы дальше эдьютейнмента или даже научпопа. Но в современной модели эта работа получила первое место в списке лучших научных визуализаций 2009 года от журнала Science. Особенно важно учесть, что эта визуализация была сделана при непосредственном участии профильного ученого-нейрофизиолога Дуэйна Годвина из Медицинского университета Уэйк Форест. Соавтором также выступил ученый Джордж Чам, постдок Стэндфордского университета и автор комиксного проекта Piled Higher and Deeper (очевидный бэкроним на PhD).

## 1.2 Понятие визуализации данных

По данным компании DevExpress, 90% информации человек получает благодаря зрению<sup>18</sup>. По данным американской компании 3M, изображение обрабатывается мозгом в 60 тысяч раз быстрее, чем текст.

Эти данные могут незначительно меняться от исследования к исследованию, но общий вывод очевиден: человек — существо, воспринимающее в основном визуальную информацию. От того, насколько

---

<sup>18</sup> Зачем и как использовать визуализацию данных? [Электронный ресурс]. Точка доступа: <https://habrahabr.ru/company/devexpress/blog/240325/> (дата обращения: 16.05.17)

хорошо была преподнесена визуальная информация, зависит степень ее усвоения. Визуализация, используя нашу зрительную систему, очень быстро передает огромное количество информации прямо в мозг. Благодаря этому человек может выявлять скрытые зависимости и закономерности, ключевые точки, новые вопросы и проблемы.

Визуализация — понятие многомерное. Визуализацию можно рассматривать и описывать и как явление, и как процесс (неслучайно в российских работах иногда пытаются использовать термин «визуализирование»). Трактовка понятия «визуализация» может серьезно различаться в зависимости от области исследования, понятие визуализации данных рассматривается в десятках научных работ и профессиональных руководств. Определения данного термина часто сходятся в общем, но могут серьезно различаться в степени подробности раскрытия.

Чтобы это проиллюстрировать, возьмем два определения из разных источников. Первое, которое дает сайт американской аналитической компании SAS Institute<sup>19</sup>: «Визуализацией данных является представление данных в графическом формате».

Определение из работы А.Ю. Зиновьева «Визуализация многомерных данных»<sup>20</sup>: «Под визуализацией данных мы понимаем такой способ представления многомерного распределения данных на двумерной плоскости, при котором, по крайней мере, качественно отражены основные закономерности, присущие исходному распределению — его кластерная структура, топологические особенности, внутренние зависимости между признаками, информация о расположении данных в исходном пространстве».

В данном исследовании за основу взято следующее определение.

---

<sup>19</sup> Analytics Software & Solutions [Электронный ресурс]. Точка доступа: [http://www.sas.com/en\\_us/insights/big-data/data-visualization.html#modal3](http://www.sas.com/en_us/insights/big-data/data-visualization.html#modal3) (дата обращения: 15.05.17)

<sup>20</sup> Зиновьев А. Ю. Визуализация многомерных данных. Красноярск: Изд-во КГТУ, 2000. С. 168.

Визуализация — результат процесса представления данных или информации в графической форме (изображение)<sup>21</sup>.

Необходимо произвести разграничение терминов «информация» и «данные», ведь многие исследователи используют эти слова в качестве взаимозаменяемых синонимов. Такая точка зрения имеет право на существование — более того, даже те, кто разграничивает эти понятия, делают это по разным признакам. Например, в связи с тем, что информация — это более общий термин, а данные — информация, упорядоченная и скомпонованная в определенной форме. Или, наоборот, потому что информация — это интерпретированные данные. Или же используется разграничение сайта Business2community: данные — для компьютера; информация — для человека.

Мы будем придерживаться следующего мнения: данные — это необработанная информация, которая вводится в компьютер в виде символов с последующей обработкой. Информация — это обдуманые, проанализированные данные. Данные — для компьютера, информация — для человека.

### **1.3.1 Научная визуализация и визуализация данных**

Рисунки и изображения — нечто большее, чем просто украшения в научном дискурсе. Черновые наброски, геологические карты, астрономические фотографии, МРТ-изображения, разнообразные статистические диаграммы и графики — все это является незаменимым инструментом для представления доказательств, объяснения теории, для изложения истории. И, кроме всего прочего, они несут эстетическую

---

<sup>21</sup>Куркова Ю.В. Визуализация данных в научно-популярных изданиях: маг. дис. / СПбГУ. — Спб., 2014. С. 63.

функцию, заманивая и восхищая.

На сегодняшний день практически все научные работы сопровождаются визуализацией данных, которая является либо конечным продуктом исследования, либо отображает определенные результаты.

Учитывая специфику научно-популярных медиа, большой процент от визуализации данных будет занимать научная визуализация. Изучая работы исследователей по визуализации информации, мы обнаружили, что некоторые из них разделяют два понятия: научная визуализация и визуализация информации. Научную визуализацию часто считают сосредоточенной на отображении пространственных данных, связанных с научными процессами: например, с молекулярными связями в вычислительной химии. Визуализация информации же разрабатывает визуальные метафоры для пространственных данных.

Эти две сферы визуализации действительно различаются — в первую очередь, потому что имеют разные технологии визуализации. Происходя из разных областей, науки и дизайна, (мы еще не раз вернёмся к этой разнице в происхождении далее), они используют различные технологии компьютерной графики. Научная визуализация, оформившаяся в отдельное направление в 1980-х годах, появилась вместе с первой волной трехмерной компьютерной графики, которая в то время требовала специализированных графических рабочих станций. Визуализация информации получила массовое распространение в 1990-х годах, вместе с расцветом программного обеспечения для дизайнеров.

Научная визуализация — это создание графических образов, в максимально информативной форме воспроизводящих значимые аспекты исследуемого процесса или явления<sup>22</sup>. При этом большой объем результатов

---

<sup>22</sup> Васильев В.Р., Волобой А.Г., Вьюкова Н.И., Галактионов В.А. Контекстная визуализация пространственных данных // Информационные технологии и вычислительные системы, № 4, 2004, с. 25-34.

моделирования представляется в компактной и легко воспринимаемой форме. Представление в виде графических образов позволяет исследователю увидеть изучаемую систему или процесс изнутри, что было бы невозможно без визуализации данных. Именно визуализация часто приводит к полному пониманию явления.

Вот, например, два определения из работы Хенрика Нэгеля<sup>23</sup>:

- 1) Научная визуализация: использование интерактивных визуальных представлений научных данных, как правило, основанных на физике, для лучшего познания.
- 2) Визуализация информации: использование интерактивных визуальных представлений абстрактных, нефизических данных для усиления познания.

Обобщая, Нэгель пишет, что научная визуализация демонстрирует точные визуализации реального мира, в то время, как визуализация данных часто носит абстрактный характер.

Наконец, некоторые исследователи разграничивают научно-исследовательскую визуализацию и научно-популярную.<sup>24</sup> Научно-исследовательская визуализация четко представляет текущие данные исследования в форме, наиболее удобной для их понимания исследователем, проведения их анализа и оценки, а также для коммуникации между учеными. Научно-популярная визуализация, в свою очередь, наглядно иллюстрирует результаты исследования (текущее состояние знаний в этой области) для определенной аудитории, с целью распространения и популяризации знаний,

---

<sup>23</sup> Nagel H. Scientific Visualization versus Information Visualization [Электронный ресурс].

Точка доступа:

[https://www.hpc2n.umu.se/sites/default/files/events/para06/papers/paper\\_213.pdf](https://www.hpc2n.umu.se/sites/default/files/events/para06/papers/paper_213.pdf) (дата обращения: 16.05.17)

<sup>24</sup> Н. И. Быстрицкий. Историческая визуализация в музейно-выставочной практике. Науч. сбор. Роль музеев в информационном обеспечении исторической науки – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2009, с. 134.

просвещения.

Мы полагаем, что такое разграничение в рамках концепции public engagement in science and technology себя не оправдывает, в связи с чем мы будем использовать обобщенное понятие «научная визуализация», поскольку в современном мире практически любая визуализация, за исключением совсем уж узкоспециализированных, способна считываться аудиторией.

Явление и понятие научной визуализации исследовано достаточно подробно, ей посвящено множество научных статей и работ. Например, Национальный Исследовательский Ядерный Университет «МИФИ» выпускает целый электронный журнал «Научная визуализация».

Впервые научная визуализация в качестве самостоятельной дисциплины упоминается в отчете, составленном для научного фонда SIGGRAPH в 1987 году, под названием «Визуализация в научных вычислениях»<sup>25</sup>. Авторы определяли научную визуализацию как «инструмент применения компьютера к науке». Документ определяет визуализацию как многодисциплинарную область, которая в то время включала компьютерную графику, обработку изображений, автоматизированное проектирование, обработку сигналов и исследования пользовательского интерфейса. Во статье многократно подчеркивается, что визуализация в целом имеет фундаментальное значение для людей, и что научная информация часто лучше воспринимается визуально.

Существует много разных способов классификации научной визуализации информации: по научным дисциплинам, алгоритмам визуализации, по количеству измерений. Одним из способов является размерность области, в которой определяются данные, и размерность данных, которые должны отображаться в каждом местоположении. Данные также могут быть категоризированы относительно того, является ли оно непрерывным или категоричным. Например, карта погоды типична для одного

---

<sup>25</sup> Visualization in Scientific Computing, Special Issue, ACM SIGGRAPH Computer Graphics, V.21, N 6, November 1987г. P. 44-45.



значения данных, определенного в двумерной области. Трехмерная графика — обширная область, тем более, что научная визуализация ей вовсе не ограничивается, хотя это и преобладающий жанр. Однако невозможно не заметить то, о чем пишут многие исследователи, — однообразие, монотонность научной визуализации.

Визуализация данных в Интернете становится все более изощренной и интерактивной благодаря развитию открытых интерфейсов программирования и доступных интерактивных средств. Приложения позволяют быстро генерировать карты, графики, таймлайны, облака слов и т.п. Такие визуализации часто используются в бизнес-аналитике и инфографике в области медиа, но редко используются в научном процессе. Ученые довольствуются стандартными таблицами и графиками, практически не используя свежие визуальные средства. Помимо разницы в «корнях» научной визуализации и визуализации информации, это может объясняться следующими обстоятельствами.

Во-первых, сбор научных данных часто бывает сложным и специфичным. В результате большинство визуализаций научных данных создается в форме и организации, облегчающей их создание, а не делающей акцент на их возможном использовании. Во-вторых, мешает масштаб научных данных. Потребность в большем количестве данных и улучшении их качества, а также постоянное увеличение нашей способности разрабатывать новые устройства для сбора данных постоянно удерживали ученых на переднем крае среди пользователей данных. Таким образом, сбор данных с использованием традиционных баз данных в основном сосредоточен на эффективности поиска собранных данных на основе запроса, а не на исследовании данных.

В-третьих, работа по стандартизации рабочего процесса и разработке технологий, необходимых специально для научной визуализации высокого уровня, была незначительной.

Для реализации эффективной научной визуализации ученые должны

понимать визуальный язык. Следует проявлять большую осторожность при отображении данных, поскольку визуальные решения могут существенно повлиять на понимание данных.

Все большее количество научной информации, собранной сегодня, имеет высокую размерность и не очень хорошо подходит для переработки традиционными методами научной визуализации. Для обработки специфической высокоразмерной информации появились специальные методы визуализации информации. В настоящее время растет число ученых, занимающихся визуализацией информации.

Долгое время сообщества визуализации информации и научной визуализации эволюционировали отдельно и долго не взаимодействовали.

«В области научной визуализации необходимо понимание художественного визуального восприятия. Эстетика должна быть интегрирована в научную среду. Кроме того, я призываю к созданию исследовательских команд “Художник-ученый”, где художники будут помогать в визуальном отображении данных, собранных в ходе научных исследований. Положительным явлением является создание программ “Ученый-в-резиденции”, где ученые будут продолжать свою работу в контексте художественной школы, чтобы получить как можно больше информации о визуальном мышлении и эстетике. Мы должны поддерживать компьютерные шоу и выставки, которые объединяют художников и ученых для взаимного обогащения идей. Наконец, я призываю к взаимному развитию учебных программ между научными и художественными учреждениями, которые могли бы помочь объединить два этих мира. Это принесло бы новое поколение ученых — грамотных в визуальном и культурном отношении — и художников с технологической грамотностью. Это потенциально предоставило бы нам единую личность с двойными возможностями, поистине человек эпохи Возрождения, хорошо подготовленный к новой научной

визуализации»<sup>26</sup>. Это цитата из статьи 1987 года «Вклад художника в научную визуализацию» за авторством Вибекке Соренсена (Vibeke Sorensen).

В течение 15 лет после этой статьи ситуация, судя по всему, менялась незначительно. В работе 2003 года *Information and Scientific Visualization: Separate but Equal or Happy Together at Last* указывается, что на тот момент сообщества тех, кто занимается научной визуализацией, и тех, кто занят визуализацией данных, практически не соприкасались друг с другом. Тамара Мунзнер, доцент кафедры вычислительной техники в Университете Британской Колумбии, в Ванкувере, и Крис Джонсон, руководитель Научно-исследовательского института вычислительной техники и визуализации в университете штата Юта, предполагали, что в ближайшие 5-10 лет барьеры между визуализацией данных и научной визуализацией будут стерты. «Целью является создание интегрированных возможностей визуализации и анализа, которые используют лучшие методы исследований в области информации и научной визуализации».

Однако на данный момент научная визуализация, как отдельный тип данных, все еще имеет место быть (хотя рамки научной визуализации расширяются, что будет продемонстрировано ниже). Однако с развитием средств визуализации и технологий, научная визуализация становится все нагляднее и привлекательнее. По сути, на данный момент ключевая разница между визуализацией данных и научной визуализацией заключается в буквальности, отсутствии всякой метафоричности последней. Предполагаемыми пользователями научной визуализации, как правило, являются ученые из той же области<sup>27</sup>. Им не нужны дополнительные пояснения, аллегории и метафоры — они уже примерно знакомы с

---

<sup>26</sup>Information and Scientific Visualization: Separate but Equal or Happy Together at Last [Электронный ресурс]. Точка доступа: <http://vis.cs.brown.edu/docs/pdf/Rhyne-2003-ISV.pdf> (дата обращения: 16.05.17)

<sup>27</sup> Ma K-L., Liao I., Frazier J., Hauser H., Kostis H.-N.: Scientific storytelling using visualization. *Computer Graphics and Applications*, 2012. С. 12–19.

визуализированной средой. Все, что им нужно, — идентификация условных символов (например, как в данной визуализации используется цвет).

Проблемы начинают появляться, когда такие научные визуализации используются для широкой аудитории через научно-популярные медиа, потому что такие визуализации могут быть абсолютно непонятными.

В 2010 году в Калифорнийском университете Дэвис состоялся однодневный семинар по научному сторителлингу, в котором принимали участие эксперты по визуализации, анимации, научной журналистики. Авторы доклада по итогам этого семинара делают вывод, что ученым не всегда удается производить высококачественные визуализации по следующим причинам:

- 1) сложность и объем данных;
- 2) сложность инструментов и технологий, необходимых для производства высококачественной визуализации;
- 3) недостаток знаний в области искусства, визуализации и создания историй.

Авторы доклада резюмируют, что наибольшего прогресса в области качественной и привлекательной для широкой аудитории научной визуализации достигла НАСА и ее подразделения. Были озвучены компоненты, с помощью которых НАСА достигает таких результатов:

- 1) связь между всеми вовлеченными сторонами, включая ученых;
- 2) прозрачность в отношении сбора и использования данных;
- 3) использование контекста, который делает научную историю актуальной и интересной для общественности;
- 4) наличие ресурсов для создания истории визуализации;
- 5) способность участников менять роли и работать совместно.

### **1.3.2 Формы и методы визуализации данных**

В литературе, посвященной классификации данных, существует определенная путаница с терминологией. То, что одни называют типом, другие называют методом, третьи – формой, и наоборот. Ситуация осложняется еще и тем, что большинство литературы, посвященной визуализации данных, пишется на английском языке, — при переводе на русский язык путаница лишь увеличивается.

Нами не было найдено классификации, которая бы полностью удовлетворяла заявленной цели и задачам нашего исследования. Поэтому мы предлагаем следующую классификацию, на основе которой будет составлена таблица для контент-анализа.

Схема нашей работы будет следующей. Сначала мы определим, в какой форме представлен проект. Затем, опишем, что он из себя представляет, каким методом были визуализированы данные. После этого мы проверим наличие ряда свойств, а также укажем разновидность или степень свойства (например, высокая или низкая интерактивность, имитация карандашного рисунка, стилизация под комикс и т.п.).

- 1) Форма.
- 2) Метод.
- 3) Элементы инфотейнмента.

3.1) Интерактивность

3.2) Эстетика

3.3) Игровые элементы

Такая схема дает нам необходимую гибкость при описании проекта. Например, тепловая карта может быть представлена как форме статичной иллюстрации, так и форме видео, 3D модели или даже интерактивной графики, может быть интерактивной или неинтерактивной, обладать эстетическими критериями, или не обладать.

При этом некоторые явления могут быть как формой, так и методом. Например, трехмерная модель может быть представлена как в форме видео,

так и в форме трехмерной интерактивной модели.

Под формой мы понимаем тот итоговый формат, в котором представлена визуализация. Исходя из проанализированных нами источников, мы определили следующие разновидности форм: изображение, видео, интерактивный проект, 3D реконструкция. Разберем каждую из этих форм подробнее.

**Изображение**, безусловно, является самой распространенной формой визуализации в новых медиа. Изображение достаточно общий термин: словарь Ушакова определяет его одним из способов наглядной передачи информации, второе определение — используется для воздействия изображение как «предмет, изображающий кого-нибудь или что-нибудь, художественный образ, воспроизведение чего-нибудь». Классический словарь-справочник иллюстратора научно-технической книги Н.А. Атабекова<sup>28</sup> вообще, по сути, смешивает понятия иллюстрации и изображения в одно: «иллюстрация (лат. *illustratio* — освещение, пояснение, наглядное изображение) — любое графическое изображение (рисунок, чертеж, схема, диаграмма, карта, фотография, портрет и т. п.), наглядно поясняющее, дополняющее текст книги или широко раскрывающее и освещающее ее содержание». Автор приводит классификацию иллюстрации: техническая, или научно-познавательную (научная, документальная), и художественно-образная. Например, техническая иллюстрация служит для облегчения понимания строения и функционирования объектов (с акцентом на точность и на преобразование эмоций читателя). В научно-популярных журналах широко используются оба вида иллюстраций.

Важность иллюстрации для науки несомненна. Отчасти, «через иллюстрацию можно увидеть историю развития науки» — зафиксированные, наглядно представленные достижения, известные образованному человеку.

---

<sup>28</sup> Атабеков Н.А. Словарь-справочник иллюстратора научно-технической книги. М.: Книга, 1974.С. 282.

Мы видим прогресс не только в сфере науки, но и в сфере способов визуализирования ее достижений. Это развитие не останавливается и в наше время, так как совершенствование приборостроения и информационных технологий позволяет исследователям из различных областей наук в ходе эксперимента самостоятельно визуализировать промежуточные итоги с помощью схем, чертежей, карт и фотографий. Новые инструменты визуализирования позволяют понять сложные природные процессы на микро- и макроуровнях уровнях и объяснить их механизмы. Использование научной иллюстрации способствует обучению новых специалистов, привлечению к проектам инвесторов и получению грантов. Научная иллюстрация — это способ познакомиться с научными знаниями как специалистам, так и обывателям.

К научно-технической иллюстрации мы относим: графические инструкции, карты, схемы (блок-схемы, диаграммы связей, структурные схемы, принципиальные схемы), чертежи, биологические, анатомические и ботанические рисунки, изображения устройств и механизмов, архитектурные изображения (см. прил. 1, рис. 1).

Мы не классифицируем научные иллюстрации по тематике (например, медицинская, архитектурная, географическая, физическая и др.), так как могут возникнуть трудности при определении принадлежности иллюстрации к какому-либо направлению (из-за отсутствия формализованности большинства типов иллюстраций), а для достижения цели данной работы достаточно описания параметров, по которым можно отделить инфографику от иллюстрации.

Важно уточнить особенность иллюстрации: в процессе ее создания не происходит трансформации информации. Информация просто получает (наглядное) визуальное представление. В данном случае, это только дополнение к тексту, а не самостоятельный тип визуализации. Мы считаем необходимым разграничить такие понятия, как статичная визуализация

информации и инфографика, которые часто используются взаимозаменяемо.

Ной Ильинский и Джули Стил в книге *Designing data visualizations* обосновывают разницу этих терминов. Визуализация данных, как правило, основывается на алгоритмах, зачастую не обладает эстетической ценностью и может легко генерироваться на основе других данных с помощью готовых алгоритмов. Инфографика же рисуется вручную, обладает эстетической ценностью и уникальна для отдельных данных.

**Видео.** Видео представляет собой упорядоченный набор кадров 2D-изображения. Это трехмерная пространственно-временная форма, которая обычно получается в результате процессов съемки или компьютерной анимации. Ключевая особенность видео как формы визуализации данных заключается в том, что зритель может наблюдать процессы развития, движения в реальном времени. Группа исследователей в статье *Visual Signatures in Video Visualization*<sup>29</sup> доказывает, что видео обладает следующими характеристиками:

1. Видео является интуитивно понятной и эффективной формой визуализации больших объемов видеоданных.

2. Хорошо сконструированные видео визуализации способны передать информацию, недоступную для передачи в статичных формах.

Формат видео предполагает смену двумерных изображений предполагает смену кадров, анимацию (данное свойство визуализации подробно рассмотрено ниже). Однако это не всегда так: видео может состоять из единственного статичного изображения (такой пример представлен в выборке).

Направление **интерактивной визуализации данных** стремительно развивается в последние годы. Это связано с такими явлениями, как большие

---

<sup>29</sup> M. Chen, D. Ebert, H. Hagen, R. S. Laramée, R. van Liere, K.-L. Ma, W. Ribarsky, G. Scheuermann and D. Silver, *Data, Information and Knowledge in Visualization*, IEEE Computer Graphics and Applications, 29(1), 2009. P. 12-19.



данные (big data) и открытые данные (open data). Немаловажную роль сыграло и развитие автоматических сервисов для визуализации – то, что в эпоху до новых медиа потребовало бы многомесячных ручных вычислений и обработки, сейчас может быть визуализировано за считанные часы работы. Миллионы значений из самых разных сфер стали доступными для всех желающих, что привело к появлению журналистики данных – ответвления журналистики, которое сконцентрировано на переработке массивов информации. Именно интерактивная визуализация, а не статическое изображение, прекрасно подходит для демонстрации столь массивных данных, – для представления полной картины о больших данных потребовалось бы невероятно много обычных статических представлений.

Динамичная интерактивная визуализация может дать людям возможность самостоятельно изучить данные<sup>30</sup>. Интерактивная визуализация часто предоставляет пользователю возможности для манипуляции с данными: например, кастомизацию выборки, с помощью которой интерактивная визуализация может успешно выполнять множество ролей одновременно, обращаясь к различным потребностям разных аудиторий.

Разумеется, интерактивность может стимулировать взаимодействие с данными так, как не могут статические изображения. При использовании анимированных переходов и хорошо продуманных интерфейсов некоторые визуализации могут сделать исследование данных более похожим на игру. Интерактивная визуализация может быть отличной средой для привлечения аудитории, которая иначе могла бы вообще никогда не заинтересоваться этими данными.

Перейдем от форм визуализации к методам. Мы считаем, что приводить полный список всех методов визуализации данных в нашем исследовании нецелесообразно. Во-первых, разные исследователи выделяют разные методы

---

<sup>30</sup> Murray S. Interactive Data Visualization for the Web. O'Reilly Media, 2013. P. 26.

с помощью разных классификаций, но большинство сходятся на среднем показателе в несколько десятков видов. Во-вторых, многие из этих методов слишком редки и специфичны. Мы остановимся на описании самых типичных форм визуализации. Можно выделить четыре большие группы стандартных методов визуализации: графики и диаграммы, таблицы и карты. Для научной визуализации наиболее характерным методом визуализации является метод трехмерной реконструкции.

Графики и диаграммы являются одним из древнейших способов визуализации информации. Графики и диаграммы, как правило, изображают количественные отношения между объектами и явлениями. В работе И. К. Романовой отмечается, что графики передают числовую информацию очень эффективно, причем конкретная эффективность методов формирования визуальных отображений данных связана, скорее, с общими способностями, а не с конкретными реализациями. Одним из важных видов графиков в науке является временная линия, таймлайн, которая позволяет демонстрировать изменения в данных с течением времени.

Таблица — эффективный метод представления данных, когда визуализируются точные значения, например, такие, как цифры. Из всех распространённых методов визуализации именно таблицы обладают наименьшим графическим потенциалом.

Карты являются практически ультимативным средством визуализации географических и геолокационных данных, демонстрируя пространственные положения объектов и отношения между ними. Однако, карты не ограничиваются географией, предоставляя широкие возможности для визуализации различных данных во множествах своих разновидностей. Мы отметим такой тип визуализации, как тепловая карта.

Трехмерная реконструкция — это визуализация, основанная на компьютерной 3D-графике. В самом широком смысле трехмерная графика — это описанный с помощью формул графический объект, который

располагается по всем трем осям координат<sup>31</sup>. 3D графика чаще всего создается в специальных пакетах программного обеспечения, вроде Autodesk 3DS Max или Maya, Blender, Cinema 4D и т.п. Грамотное использование трехмерной графики позволяет сделать эффективную, наглядную и эффектную визуализацию<sup>32</sup>.

Теперь мы подробнее разберем трехмерную научную визуализацию, так как это один из самых масштабных и распространенных типов визуализации.

Майкл Френдли в работе *Milestones in the history of thematic cartography, statistical graphics, and data visualization*<sup>33</sup> дает следующее определение научной трёхмерной визуализации: это область графики, которая ориентирована на отображение трёхмерных объектов (из области архитектуры, метеорологии, медицины, биологии и т. д.). Главное внимание уделяется реалистичности рендеринга объёмов, поверхностей, источников света.

Тут важно провести различие между научной трехмерной визуализацией и «игровой компьютерной визуализацией». Это различие рассматривает исследователь К. Рябинин<sup>34</sup>. В целом, можно провести разделение компьютерной графики на научную и игровую на основе:

1. Источника данных. В научной графике источником данных служит, как правило, научный эксперимент (результаты каких-либо измерений) или математическое моделирование некоторого явления. В игровой же графике изображение строится по некоторым синтетическим данным, описывающим «игровую вселенную» — виртуальный мир со своими законами и принципами, возможно, сильно отличающимися от действующих в реальности.

---

<sup>31</sup> Slick J. 3D defined — what is 3D? 3D computer graphics, film, and the all-important z-axis [Электронный ресурс]. Точка доступа: <http://3d.about.com/od/3d-101-The-Basics/a/3d-Defined-What-Is-3d.htm> (дата обращения: 16.05.17)

<sup>32</sup> Kent B. 3D Scientific Visualization with Blender. Publisher: Morgan & Claypool. 2015. P. 105.

<sup>33</sup> Friendly M. Milestones in the History of Thematic Cartography, Statistical Graphics and Data Visualization, Toronto, 2005 г. С. 23-25.

<sup>34</sup> Рябинин К.В. Методы и средства разработки адаптивных мультиплатформенных систем визуализации научных экспериментов, М, 2007 г. С. 34-67.

2. Способов визуализации. В научной графике часто наряду с традиционным отображением поверхностей объектов используются также способы визуализации объёмов, сечений, поверхностей уровня, вокселей и т. д. В игровой графике, как правило, используется только отображение поверхностей и, иногда, вокселей.

3. Специальных эффектов. Под специальными эффектами понимаются различного рода декоративные элементы: вспышки, системы частиц, эффекты освещения, анимационные переходы между состояниями сцены, эффекты постобработки картинки и т. д. Наличие специальных эффектов в большей степени характерно для игровой графики, в научной же их применение является очень ограниченным: излишние спецэффекты могут нарушать реалистичность картинки или отвлекать внимание исследователя.

Сравнивая научную и игровую графику (Таблица 1), в общем случае невозможно сказать, какая из них сложнее в реализации: большие объёмы входных данных и разнообразие способов визуализации в научной графике компенсируются сложностью спецэффектов и необходимостью достижения высокой интерактивности в игровой графике. Однако на этапе проектирования системы визуализации, как правило, определяют заранее, с каким типом графики она будет работать.

Несмотря на это, существуют решения общего назначения, одинаково хорошо применимые для решения как игровых, так и научных задач.

Таблица 1 — Сравнение научной и игровой визуализации

<b>Признаки</b>	<b>Научная визуализация</b>	<b>Игровая визуализация</b>
Источник данных	Реальное явление, или эксперимент, созданные с помощью математических формул	Некая синтетическая, виртуальная реальность, не ограниченная законами реального мира
Способы визуализации	Более подробные, реалистичные	Менее реалистичные, упор на привлекательность

Наличие специальных эффектов	Минимально	Максимально
------------------------------	------------	-------------

Компьютерная графика не ограничивается этими двумя направлениями, включая в себя и другие самостоятельные ветви: например, кинематографическую графику, то есть построение фотореалистичных изображений в режиме отложенной визуализации. Такая графика предназначена для создания мультипликационных фильмов или специальных эффектов для кинематографа. В данной работе, в соответствии с заявленной темой, будет рассматриваться только научная графика реального времени и проблемы, связанные с ней.

Методы визуализации данных активно совершенствуются. Сегодня появляется множество проектов с открытым кодом, что также сказывается на их распространении<sup>35</sup>. Это делает их чрезвычайно привлекательными для практического применения среди прикладных специалистов, однако отсутствие базовых представлений о преимуществах и недостатках того или иного метода, в частности особенностей восприятия, адекватной кластеризации, отсутствия серьёзных искажений информации и т.п., может принести скорее вред, чем пользу.

Любое научное исследование порождает массу данных, которые предстоит проанализировать и преобразовать в ценную информацию. В то время, как традиционные графики и таблицы помогают сформулировать выводы, средства расширенной визуализации выполняют другую задачу. Они дают возможность увидеть связи и прочувствовать суть изучаемого явления, порой приводя к совершенно другому уровню понимания.

#### **2.4. Инфотейнмент в визуализации данных в новых медиа**

<sup>35</sup> Романова И. К. Современные методы визуализации многомерных данных: анализ, классификация, реализация, приложения в технических системах // Наука и Образование. Электрон. журн. 2016. № 03. С. 133–167.

### 2.4.1 Явление инфотейнмента

Говоря о влиянии концепции общественной вовлеченности в науку и технологии, мы предположили, что она повлияла и на научную визуализацию. Мы полагаем, что этот процесс схож с хорошо изученным явлением, которое называется «инфотейнмент».

Е. А. Драгун в работе «Инфотейнмент как явление современной медиакультуры»<sup>36</sup> определяет инфотейнмент как «эстетизированную форму подачи новостных и других данных средствами театрализации, игрового начала или с различными их оттенками». Эта же исследовательница приводит доказательства того, что инфотейнмент, по сути, не является изобретением массовой культуры XX века. Развлекательные мотивы в изложении информации для широкой аудитории присутствовали всегда — в виде фольклора, ярмарок, доступных проповедей, массовой прессы (не случайно в статьях, посвященных инфотейнменту, данное явление часто сопровождается термином «бульваризация»). Изменяясь под воздействием экономических и социальных факторов, трансляция информации в медиа приобретала игровые черты, избавлялась от сложного слога, становилась все более привлекательной.

И.С. Соколова в статье «Инфотейнмент как метод популяризации естествознания в книге и журнале»<sup>37</sup> утверждает, что элементы инфотейнмента вошли и в научно-популярные медиа. Относя к инфотейнменту такие приемы, как обращение к широко известным культурным образам, стереотипам и играм, исследовательница отмечает, что целью инфотейнмента является преодоление противоречия «природа — культура». Это означает, что естественные науки изучают объекты и явления,

---

<sup>36</sup> Драгун Е.М. Инфотейнмент как явление современной медиакультуры. Диссертация на соискание ученой степени кандидата культурологии. – М.: МГУ, 2015. С. 175.

<sup>37</sup> Соколова И. С. Инфотейнмент как метод популяризации естествознания в книге и журнале // Культурная жизнь Юга России № 1, 2016. С. 102-108.

которые, как правило, не относятся к культуре. При помощи инфотейнмента, обычный человек может лучше понять описываемые объекты и явления, пропустив через «призму» знакомой себе среды (см. прил.1, Рис. 5).

К недостаткам инфотейнмента относят фрагментарность. однако он все равно остается действенным способом привлечь аудиторию к научной теме.

Эдьютейнмент сейчас принято относить к частному виду инфотейнмента, хотя сам термин, возможно, появился раньше. Во второй половине XX в. в информационной сфере ряда стран получил распространение так называемый эдьютейнмент (от английских слов «education» и «entertainment» — образование и развлечение). Эдьютейнмент – это технология обучения, которая основана на концепции обучения через развлечение. Смысл в том, что знания должны передаваться в понятной, простой и интересной форме, а также в комфортных условиях

Некоторые авторы утверждают, что распространяемый в медиа эдьютейнмент помогает людям подняться на несколько ступенек в познании мира, но он слишком слаб, чтобы стимулировать их интенсивное участие в этом процессе.

#### **2.4.1 Составляющие инфотейнмента в визуализации: геймификация и игровые элементы**

Явление геймификации (иногда встречается термин «игрофикация») подробно исследовано в контексте образования, бизнеса, маркетинга, тимбилдинга — в социальном контексте. Однако исследований на тему геймификации визуализации данных, по нашим данным, практически нет.

Геймификация — это применение игровых подходов для неигровых процессов. Это означает использования таких типичных игровых условностей, как соблюдение определенных правил, прохождение и/или набор уровней,

набор очков, система достижений. Исследователь Карл Капп выделяет два типа геймификации<sup>38</sup>:

1. Структурная. Этот вид геймификации предполагает внедрение игровых элементов в структуру контента, без изменения самого контента. Контент не превращается в игру, игровой становится оболочка контента. Основное внимание в этом типе заключается в том, чтобы побудить учащегося усвоить контент — например, пользователь получает баллы за просмотр видео или завершение задания.
2. Контентная. В данном типе геймификации меняется сам контент, становясь игроподобным. Например, добавляются элементы истории, вводятся персонажи, некая тайна. Примером может служить поиск скрытой информации на веб-сайте.

Более того, геймификация может быть использована и как метод сбора данных для последующей визуализации. Примером тому служит «Великая языковая игра» (The Great Language Game), разработанная Ларсом Йенкеном в 2013 году. Она работает следующим образом: игрок слушает 20-секундную аудиозапись естественной речи одного из 78 языков. Затем игрок должен определить правильный язык из нескольких вариантов.

За каждый верный ответ даются очки. Игрок может сделать выбор в любое время, без ограничения по времени или вознаграждения за быстрое прохождение. После каждых трех правильных ответов количество вариантов увеличивается на 1, максимум до 10. Когда игрок сделал три неверных варианта, игра заканчивается (см. прил.1, Рис. 6).

Явление геймификации в контексте новых медиа неразрывно связано с видеоиграми и понятием «геймплей». Кроме того, становятся популярными

---

<sup>38</sup> Капп Notes [Электронный ресурс]. Точка доступа: <http://karlkapp.com/two-types-of-gamification/> (дата обращения: 16.05.17)



такие явление, как «серьезные игры» (serious games). Анджей Марчевский в книге *Game Thinking. Even Ninja Monkeys Like to Play: Gamification, Game Thinking and Motivational Design* проводит разделение этих понятий (см. прил.1, Рис. 7)<sup>39</sup>:

*Игроподобный дизайн (Game Inspired Design)*. Это интерфейсы, дизайн которых имитирует игры, без привлечения непосредственных игровых механик.

*Геймификация (Gamification)*. Как упоминалось выше, это использование игрового мышления и элементов в неигровых контекстах.

*Серьезные игры (Serious games)*. Это моделирование реальных событий или процессов, служащих подготовкой к действиям в реальной ситуации. В контексте научно-популярной темы и визуализации данных, нас интересует такая разновидность серьезной игры, как обучающая игра, о которой мы поговорим чуть ниже.

*Симуляция (Simulation)*. Это виртуальное моделирование чего-либо из реального мира, например, симуляция автомобиля. Часто трудноотличима от игры или серьезной игры, однако присутствует разница. Она заключается в том, что для имитации обычно не нужны прочие элементы геймплея, кроме тех, которые позволяют пользователям оттачивать те или иные навыки.

*Игра*. Анджей Марчевский достаточно подробно разбирает это понятие, выделяя целых три разновидности — toy, game и play (найти русскоязычные аналоги тут практически невозможно). Play — это свободная форма игрового времяпрепровождения, которая не имеет никаких внешних целей, кроме удовольствия и радости игрока (игра-песочница). Game имеет определенные цели и правила. Toy — это объекты, которые можно использовать в play и game.

---

<sup>39</sup> Marczewski, A. *Game Thinking. Even Ninja Monkeys Like to Play: Gamification, Game Thinking and Motivational Design*. CreateSpace Independent Publishing Platform. 1st ed, 2015. P. 15.

Потенциал игровых элементов в научно-популярных целях огромен.<sup>40</sup> Йеспер Жууль пишет, что любая игра является обучающей системой.

Исходя из когнитивной теории мультимедийного обучения<sup>41</sup>, правильно примененные мультимедийные возможности дают больший эффект в обучении, чем традиционные, мономедийные методы. Однако в результате нашего исследования мы выяснили, что на данный момент игровые механики представлены в научно-популярных новых медиа недостаточно. Тем не менее, мы сочли необходимым описать те некоторые примеры, которые мы обнаружили.

«Fold It» — это игра-головоломка, в которой игрок манипулирует структурой белка в трехмерном пространстве. По итогам каждого решенного пазла игрок получает определенный балл — чем точнее была соблюдена белковая структура, тем выше он будет. Авторы утверждают, что игровая структура белка и его свойства точны по отношению к реальным белкам в реальном мире (см. прил.1, Рис. 8).

Игрок манипулирует аминокислотами белка нажатия и перетаскивания определенных точек, чтобы поместить аминокислоты в определенное положение. Игра дружелюбна к пользователю — так, есть кнопка Wiggle, которая дает более удачное расположение аминокислот, что дает больше очков, если это возможно, и при этом никогда не уменьшает счет игрока. Игра позволяет создавать пользовательские уровни и ведет глобальный учет очков — таким образом, происходит соревнование между игроками.

*Эстетика.* Вопрос эстетической привлекательности сложен для изучения, так как достаточно субъективен. Мы не будем уходить вглубь веков, дискутируя о критериях эстетики и о том, как ее воспринимали многочисленные философы, художники и ученые, а постараемся выделить

---

<sup>40</sup> Juul, J, Half-Real: Video Games between Real Rules and Fictional Worlds, 2005.

<sup>41</sup> Sorden D. The Cognitive Theory of Multimedia Learning [Электронный источник]. Точка доступа: [http://sorden.com/portfolio/sorden\\_draft\\_multimedia2012.pdf](http://sorden.com/portfolio/sorden_draft_multimedia2012.pdf) (дата обращения: 16.05.17)

объективные способы сделать визуализацию эстетичной.

Эстетика — ключевой фактор для привлечения зрителя. Чем привлекательнее воспринимается графическое изображение, тем дольше зритель будет пытаться расшифровать его смысл или извлечь определенную информацию<sup>42</sup>. Подробно о влиянии эстетики в визуализации данных пишет Сара Даймонд в работе «Lenticular Galaxies: The Polyvalent Aesthetics of Data Visualization»<sup>43</sup>. В частности, она исследует вопрос — должна ли визуализация данных стараться быть настолько реалистичной, насколько это возможно, особенно научная визуализация?

Принципы научного реализма предполагают, что существует объективный реальный мир восприятия. Цель науки — точно описать реальность. Следует, что эмпирический мир, включая его невидимые измерения и его описание посредством анализа, первостепенен. Визуализация становится средством, которое отображает, обнаруживает невидимые аспекты скрытого видимого. Однако такая позиция может ограничивать воображение исследователя. Проблемы реализма проявляются еще и в тех ситуациях, когда область реального мира может быть обнаружена только путем вычисления и измерения. Наконец, во многих сферах визуализация до сих пор не может дать полностью реалистичный результат, который бы во всем соответствовал реальным явлениям.

Поэтому даже в научной визуализации допустимы визуальные метафоры и прочие эстетические приемы, искажающие реализм (в некоторых проектах натурализм визуализаций сам по себе является эстетическим приемом).

Эстетика визуализации данных всегда зависит от контекста, от

---

<sup>42</sup> Vande Moere A., Tomitsch M., Wimmer C., Boesch C., Grecheng T. Evaluating the Effect of Style in Information Visualization, 2012. P. 10.

<sup>43</sup> Diamond S. Lenticular Galaxies: The Polyvalent Aesthetics of Data Visualization [Электронный ресурс]. Точка доступа: [http://ctheory.net/ctheory\\_wp/lenticular-galaxies-the-polyvalent-aesthetics-of-data-visualization/](http://ctheory.net/ctheory_wp/lenticular-galaxies-the-polyvalent-aesthetics-of-data-visualization/) (дата обращения: 15.05.17)

источника данных. Кроме того, эстетика зависит от мастерства создателей визуализации — для просмотра сложных 3D-изображений и навигации по ним требуется координация глаз и рук, сфокусированное внимание. Задача визуализатора – облегчить процесс познания.

В вопросе эстетики визуализации данных всегда было сильным влияние искусства. Эстетические приемы могут быть средством для постановки новых вопросов и подходов к данным. Абстракция, стилизация, анимация, высокая интерактивность — все это может быть не только красивым, но и может привести к открытию, выявить особенности объекта. Структурность может рассказать нам о природе исходных данных. Эстетическая провокация может дать больше, чем стандартная визуализация, иллюстрирующая заранее определенные предположения.

Традиционно выделяют шесть базовых видов графических свойств, различимых глазом человека: цвет, форма, размер, текстура, ориентация и позиция в пространстве<sup>44</sup>. Цвет, текстура, форма и ориентация наиболее подходят для демонстрации общих различий объектов; позиция, размер и степень градации серого — для отображения различий объектов по величинам значений некоторых общих атрибутов объектов.

Анализ сотен визуализаций по всем этим критериям был бы слишком сложен и долгов, а самое главное, не лишен субъективности. Эстетика не ограничивается вышеперечисленными графическими свойствами. Далее мы рассмотрим объективные эстетические критерии, которые характерны для изученных нами визуализаций: стилизация и анимация.

Стилизация играет важную роль в визуализации<sup>45</sup>. Стиль — понятие абстрактное и в то же время, сильно зависящее от конкретного контекста. Стиль — это характерный вид, выражающийся в определенных особенных

---

<sup>44</sup> Пескова О.В. О визуализации информации // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Приборостроение» – №4, 2012. С. 158-173.

<sup>45</sup> Vande Moere A., Tomitsch M., Wimmer C., Boesch C., Grecheng T. Evaluating the Effect of Style in Information Visualization, 2012. P. 10

признаках, свойствах художественного оформления.

Одним из наиболее распространённых решений является стилизация под рукописный рисунок-скетч (sketching)<sup>46</sup>. Это вызвано распространённостью алгоритмов, которые симулируют ручной набросок, причем как для двумерных, так и для трёхмерных изображений (см. прил.1, Рис. 9). Авторы статьи *Sketchy Rendering for Information Visualization* делают вывод, что скетчевая визуализация информации вызывает более активный отклик пользователя, благодаря привнесению «человечности» в дизайн визуализации. Более того, авторы затрагивают и тему анимации, говоря о том, что для дополнительного вовлечения можно оживить эволюцию набросков графики, как если бы зритель смотрел картину, рисуемую перед ним (примером такой визуализации могут служить ролики из серии *RSA Animate*).

Другой путь стилизации — подражание стилю конкретного культурного явления. Например, инфографика, подражающая Питу Мондриану (см. прил.1, Рис. 10). Она была создана в рамках эксперимента по сочетанию искусства и информации. Интересно то, что это две разных визуализации — правая отображает трафик электронной почты, а левая — погоду в шести городах. Об особой информативности или тем более наглядности речи тут не идет, для восприятия информации необходима легенда, расшифровывающая графический язык (по словам авторов эксперимента, те, кто знал, как читать данную визуализацию, смогли успешно ей воспользоваться в реальных ситуациях). Этот пример показывает, что данные могут быть воплощены практически в любой форме.

И скетчинг, и подражание определенному художественному направлению — лишь примеры стилизации. Пиксель-арт, ар-деко, комиксовый стиль — примеров множество, их перечисление не является

---

<sup>46</sup> Kwan-Liu M., *Scientific Storytelling using Visualization* [Электронный ресурс]. Точка доступа: [http://vis.cs.ucdavis.edu/papers/Scientific\\_Storytelling\\_CGA.pdf](http://vis.cs.ucdavis.edu/papers/Scientific_Storytelling_CGA.pdf) (дата обращения: 15.05.17)

задачей нашей работы. Мы будем лишь оценивать, является ли графический стиль визуализации стилизацией, или нет.

Итоговые критерии, которые мы будем использовать в процессе анализа выглядят так:

1) Реалистичный стиль. Под реалистичным стилем мы подразумеваем визуализацию, которая использует приближенные к реальности визуальные образы, без утрирования или стилизации.

2) Условно-реалистичный стиль. Под этим стилем мы понимаем визуализацию, в основе которой также находятся реалистичные образы, однако к ним добавляются некоторые «примеси» — например, визуализируются невидимые человеческом глазом физические процессы или явления.<sup>47</sup>

3) Нереалистичный. Визуализация с таким стилем не придерживается реалистичных образов, но также и не обладает ярко выраженным стилем.

4) Стилизация

*Интерактивность.* Интерактивность — квинтэссенция мультимедийного произведения<sup>48</sup>. Понятие интерактивности находится в поле зрения исследователей уже почти три десятка лет.

Что считать интерактивностью? Ведь интернет-пространство интерактивно по умолчанию — в тот момент, когда пользователь переходит по ссылке на тот или иной ресурс, уже происходит интеракция, взаимодействие пользователя и продукта. Cambridge Business English Dictionary определяет интерактивность, как «участие пользователей в обмене

<sup>47</sup> Например, просто пролет астероида рядом с Землей будет считаться реалистичным стилем, а если к данной сцене добавляется визуализация магнитного поля – то условно-реалистичным.

<sup>48</sup> Елинер И.Г. Интерактивность как квинтэссенция мультимедийного произведения // Труды Санкт-Петербургского государственного института культуры, Т. 200, 2013 г. С. 19-23.

информацией с компьютерами и степень этого обмена»<sup>49</sup>.

В ходе анализа литературы, мы обнаружили различные попытки классифицировать интерактивность. Макмиллан<sup>50</sup> разграничивает интерактивность как взаимодействие между пользователями, пользователями и документами.

Сербские исследователи А. Миложевич, Е. Клеут и Д. Нинкович в своем исследовании *Methodological Approaches to Study Interactivity in Communication Journals* выделяют три типа интерактивности<sup>51</sup>:

- 1) Текстовая интерактивность (textual). Это взаимодействие между пользователем и документами;
- 2) Социальная интерактивность (social). Это взаимодействие между пользователями;
- 3) Техническая интерактивность (technical). Это взаимодействие между пользователем и системой.

Кроме того, данными исследователями была составлена таблица типов и уровней интерактивности (Таблица 2).

Таблица 2 — Типы и уровни интерактивности

<b>Вид интерактивности</b>	<b>Текстовая</b>	<b>Социальная</b>	<b>Техническая</b>
<b>Степень интерактивности</b>			
Низкая	Чтение текста, без возможности	Центр-люди; у аудитории нет	Манипуляция с

<sup>49</sup> Cambridge Business English Dictionary [Электронный ресурс]. Точка доступа: <http://dictionary.cambridge.org/dictionary/business-english/> (дата обращения: 15.05.17)

	изменить его.	контроля над взаимодействием	медиаархитектурой <sup>52</sup> отсутствует
Средняя	Соавторство, основанное на выборе из доступного. Использование гипертекста, возможность выбора в повествовании	Центр-люди, у аудитории есть частичный контроль над взаимодействием (например, возможность комментирования).	Манипуляция с ограниченными возможностями (частичная кастомизация)
Высокая	Соавторство, при котором текст является продуктом множества пользователей.	Люди-люди; у аудитории есть полный контроль над взаимодействием (Википедия, форумы)	Возможности манипуляции не ограничены

Обобщая данные из таблицы, можно сделать следующие выводы.

Низко-интерактивными проектами можно назвать статичные, то есть те, которые не предусматривают иного контакта с пользователем, кроме как зрительного. Наиболее интерактивным из современных медиа продуктов являются видеоигры.

**Анимация.** Анимация является одним из распространенных свойств визуализации данных в новых медиа. Ной Ильинский и Джули Стил в книге «Beautiful Visualization: Looking at Data through the Eyes of Experts» говорят об анимации, как о факторе эстетической привлекательности визуализации.

Анимация — это последовательность изображений, создающих

---

<sup>52</sup> Под медиаархитектурой следует понимать ту платформу, с помощью которой было создано медиапроизведение – готовое приложение, код и т.п.



иллюзию движения<sup>53</sup>. Анимация в визуализации может работать не только ради красоты и привлечения внимания. При правильном использовании, она может помочь пользователю лучше понять логику проекта: например, постепенно показывая промежуточные шаги, или демонстрируя, как данные менялись с течением времени. Движущееся изображение может предложить новую перспективу или предложить пользователям глубже заглянуть в представленные данные.

Лиз Буроу, преподаватель дизайна информации в Школе дизайна Парсонса в Нью-Йорке, утверждает, что анимации — один из лучших инструментов для объяснения идей, однако они редко используются из-за необходимости навыков создания анимации. «Добавляя параметр “времени” в визуализацию, вы превращаетесь в режиссера-интерпретатора, перестаете быть просто обработчиком данных». <sup>54</sup>

Буроу, говоря об эффективности динамической визуализации, выделяет несколько принципов успешного использования анимации. Во-первых, анимация должна быть оправдана. Например, она может затруднить понимание визуализации, где предоставлено сразу много данных. Кроме того, не стоит анимировать графически насыщенный метод визуализации. Во-вторых, хорошая анимация всегда сопровождается сторителлингом – в той или иной форме. Сторителлинг это внесение элементов повествования в сферы, где эти элементы изначально отсутствуют. Есть множество путей внедрения сторителлинга в анимацию – добавление текста, аудиорассказчика, осмысленного начала и конца, персонажей и т.п. В-третьих, анимацию следует создавать на основе уже готового статичного изображения.

Даже для опытного дизайнера, создание анимации требует больше времени и ресурсов, чем статическая визуализация.

Интересно, что наличие анимации характерно именно для научной

---

<sup>53</sup> Effectiveness of Animation in Trend Visualization

<sup>54</sup> How to Turn a Static Visualization into a Successful Animation

визуализации<sup>55</sup>. Так, участники ежегодной конференции IEEE VisWeek — исследовательского саммита, посвященного визуализации — разделены на две группы: визуализаторы информации и научные визуализаторы. По словам Дэниэла Фишера, автора работы *Animation for Visualization: Opportunities and Drawbacks*, около половины научных визуализаций анимировано, в то время как традиционная визуализация наоборот, статична. По мнению Фишера, это связано с тем, что научные визуализаторы — это люди, которые понимают, что на самом деле означают оси  $x$ ,  $y$  и  $z$ , они очень хорошо изображают размеры изображения и понимают значение глубины и пространства. Зачастую задачи, которые стоят перед научными визуализаторами — отобразить ураганы, текущую через вены кровь, столкновение метеорита с земной поверхностью — представляют собой динамические процессы, которые включают такое дополнительное измерение, как время. Именно поэтому анимация является едва ли не единственным методом для отображения таких процессов.

Перед тем, как перейти к следующей главе, мы обобщим текущие результаты нашей работы.

Мы изучили историю научно-популярного стиля и краткую историю научной визуализации. Мы установили, что визуализация в той или иной форме является практически неотъемлемым элементом современного научного исследования.

Мы разобрали понятие новых медиа и определили место научно-популярного жанра в новых медиа, выделив 8 площадок, на которых может происходить научная коммуникация. Мы выяснили, что современная концепция научной коммуникации — «public engagement in science and technology» — характеризуется нелинейным процессом коммуникации и

---

<sup>55</sup> *Animation for Visualization: Opportunities and Drawbacks*

общим размытием классической модели, классического научного слога, академичность уступает место массовости. Мы предположили, что такие процессы повлияли и на научную визуализацию, выразив эти изменения через явление инфотейнмента. Для дальнейшего анализа научных визуализаций мы выделили следующие критерии инфотейнмента, характерные для визуализаций в новых медиа: интерактивность, геймификация и эстетика, которую мы в свою очередь разделили на стилизацию и анимацию. Каждый из этих критериев был подробно рассмотрен.

Кроме того, распространена практика, когда научно-популярные медиа используют научную визуализацию, неподготовленную для обычного человека. В лучшем случае, они просто снабжают ее дополнительными комментариями. Это неэффективный путь.

Однако, по нашему мнению, с развитием средств визуализации, разница между научной и научно-популярной визуализацией становится все менее заметной. Научная визуализация может быть зрелищной, эстетически привлекательной и нереалистичной.

## ГЛАВА 2 ЭВОЛЮЦИЯ ФОРМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТОВ NASA SVS

### 2.1 Специфика организации NASA Scientific Visualization Studio

Студия научной визуализации (Scientific Visualization Studio, SVS) это подразделение Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА), которое отвечает за визуализацию результатов научных исследований и популяризацию программ НАСА. НАСА — это крупнейшая в мире правительственная организация, которая управляет десятками крупных исследовательских центров и несколькими космодромами. 17 тыс. работников НАСА и бюджет около 20 млрд. долларов подтверждает статус НАСА как одной из крупнейших научных организаций мира.

SVS тесно сотрудничает с учеными в процессе создания визуализаций, для того, чтобы способствовать лучшему пониманию научных исследований нашей планеты и космоса. Основные характеристики визуализации SVS: научная целостность, сохранение данных, эстетика и доступный научный текст, оформленный в виде истории, который привлекает общественность.

SVS — один из примеров успешной научной студии по созданию историй и визуализации. Чтобы создать визуализацию, подходящую для широкой публики, необходимо преодолеть уникальные проблемы, и необходима специальная команда, состоящая из разносторонних, талантливых в разных сферах людей. Грамотно поставленное научное повествование не является тривиальным делом, а создание успешных визуализаций требует коллективных усилий многих специалистов, работающих вместе.

Продукты студии научной визуализации НАСА охватывают следующие форм визуализации: изображения, видео, интерактивные мультимедийные

проекты. Наиболее типичной формой визуализации данных, созданной и разработанной в SVS, можно назвать короткометражные фильмы, основанные на компьютерной графике, зачастую, отличающиеся кинематографическим качеством, похожие на фильмы голливудских студий компьютерной анимации. Кроме того, есть несколько специфических, разработанных в НАСА форматов: Science-On-A-Sphere, HyperWall, Dome Show, про которые необходимо рассказать отдельно.

**Hyperwall** — это видеостена, состоящая из множества мониторов, способная одновременно отображать множественные визуализации данных и изображения высокой четкости. Эта установка используется для визуализации явлений, феноменов и изменений, происходящих в мире и имеющих отношение к астрофизике, гелиофизике и наукам о Земле. Для этого используются данные, получаемые НАСА с телескопов и спутников. Hyperwall находится в Исследовательском центре Эймса и позволяет ученым и инженерам проводить симуляции, моделирование и аналитические работы в крупных масштабах для расчетов всех миссий агентства (см. прил.1, Рис. 11).

По сути, Hyperwall на данный момент является, скорее, экспериментом, так как счет систем подобного типа идет на единицы, и еще рано говорить о том, что HyperWall может стать распространенной стандартной формой или форматом визуализации данных. Однако НАСА прикладывает множество усилий для популяризации подобного формата, разрабатывая контент для Hyperwall с 2000 года (на данный момент на сайте НАСА доступно 820 визуализаций). Кроме того, в свободном доступе есть руководство НАСА по подготовке контента для Hyperwall, рекомендации по сборке систем и контакты для связи со специалистами по данному формату.

**Science On a Sphere (SOS)** — это глобальная система визуализации данных. Она представляет собой комнату, в центре которой расположена двухметровая сфера, на которую с помощью системы проекторов накладывается то или иное изображение. Анимированные изображения

атмосферных бурь, изменения климата и температуры океана, движение облаков, столкновение западных ветров и пассатов, пылевые бури на поверхности Марса и перемещение Большого Красного пятна на Юпитере, формирование протуберанцев на Солнце — все это материализуется в реальном времени и высоком разрешении (см. прил.1, Рис. 12).

Science On A Sphere обеспечивает качественную визуализацию сложной информации в понятной для широкой публики форме. Это уникальный инструмент для обучения, например, географии. На данный момент в мире насчитывается несколько десятков SOS, большинство из них расположены в США, Китае и Мексике. В России таких комнат пока нет, а ближайшая к Петербургу SOS находится в Финляндии.

**Dome Show** — это визуализация, созданная в формате купола планетария. Это видео сверхвысокого разрешения, от 4K (4096 × 1716 пикселей) до 8K (7680 × 4320 пикселей). Рендер видео такого качества занимает огромное время, но четкость картинки компенсирует ресурсные затраты.

Студия научных визуализаций НАСА сконцентрирована на визуализациях, связанных с космосом и нашей планетой. Особенностью визуализаций НАСА является то, что практически все данные они получают информацию из собственных источников — в основном, со спутников. Кроме того, НАСА хранит в рабочем состоянии все свои визуализации — ни один из просмотренных нами интернет-ресурсов не может похвастаться подобной скрупулёзностью (как и финансовыми ресурсами, позволяющими хранить такие массивы информации).

Большая часть визуализаций по форме представляет собой 3D-реконструкции, созданные с помощью пакета Maya и обработанные в программе RenderMan<sup>56</sup>.

---

<sup>56</sup> <http://mashable.com/2012/08/28/nasa-svs/#KTunuLKDgqq3> (дата обращения: 15.05.17)

С точки зрения удобства использования визуализаций для пользователя НАСА делает практически все. Практически любое изображение доступно к скачиванию в нескольких форматах и разрешениях. Крупные проекты последних лет, такие, как «Путешествие Бенну» (Bennu's Journey) 2014 года, также доступны к просмотру и скачиванию в разных форматах, вплоть до формата Science On a Sphere. Практически любая модель, которая была использована в визуализациях НАСА, доступна для бесплатного скачивания на специальном сайте<sup>57</sup>, а некоторые из них приспособлены для печати на 3D-принтерах.

По словам сотрудников НАСА, сторителлинг является ключевым компонентом в производстве каждой визуализации SVS. Визуальное повествование и, в частности, рассказывание историй посредством анимации, многое заимствует из теории и практики фотографии, кино, эпизодических комиксов и искусства. Структура в анимации рассказов определяется работой камеры (визуальная перспектива, время и пространство кадрирования, композиция, план, освещение), работой с аудиоритмом анимации.

На сайте студии научных визуализация НАСА доступны проекты, начиная с 1990 года, — такой разброс во времени позволяет сделать выборку более обширной. Ни один из отобранных нами на предварительной стадии кандидатов не обладает такими внушительными запасами материала. Помимо этого, НАСА делят свои визуализации на ряд тематических галерей, некоторые из которых, в свою очередь, дробятся по тем или иным признакам, что значительно упрощает работу с выборкой.

У студии научных визуализаций НАСА есть два больших тематических подразделения. Первое — Conceptual Image Lab (CIM) — больше сконцентрировано на точности и визуальной убедительности визуализаций (во всяком случае, так заявляет себя сама студия). Второе — Goddard Media

---

<sup>57</sup> <https://nasa3d.arc.nasa.gov/models> (дата обращения: 15.05.17)

Studios — визуализирует проекты НАСА «со страстным обязательством широко распространять смелые исследовательские инициативы». GMS заявляют, что они стараются внести как можно больше нестандартности в научную визуализацию, «сплавить жесткую науку с захватывающим воображением, чтобы объяснить, перевести и, в конечном счете, вдохновить».

## **2.2 Контент-анализ визуализации научно-популярных проектов NASA**

На основе заявленного работниками данных структур НАСА подразделения, мы проведем отдельный контент-анализ визуализаций этих студий. Мы попытаемся проследить, насколько сильно менялось (и менялось ли вообще) содержание визуализаций более академичной CIM и изобретательной GMS, затем проанализируем визуализации основной студии научной визуализации и сравним результаты. Кроме того, мы посмотрим, как менялись визуализации, которые объединяет одна тема.

### **2.2.1 Визуализации Conceptual Image Lab**

Нами было проанализировано 65 визуализаций за авторством CIL в период с 2003 по 2016 год. Мы случайным образом выбирали 5 работ в год. В те годы, когда общее количество анимаций за год было меньше 5 (такое было в 2009 и 2011 годах), мы анализировали все имеющиеся проекты.

Абсолютно все изученные нами проекты Conceptual Image Lab по форме являются видеороликами, в 5 случаях (7%) они сопровождаются статичным изображением. Несмотря на то, что изображения подбираются таким образом, чтобы максимально раскрыть тему и характер визуализации, они не являются самостоятельными произведениями, так как являются, по сути, кадрами из



видео.

64 из 65 визуализаций (99%) являются трехмерными реконструкциями, лишь в 3 визуализациях из этих 64 (5%) добавляется иной тип визуализации – во всех трех случаях это карты, две тепловые и одна географическая.

Такие критерии инфотейнмента, как элементы геймификации или интерактивности, отсутствуют во всех 65 проанализированных визуализациях. Что касается стилизации, то в 27 случаях (41%) визуализация реалистична, в 34 случаях (52%) условно-реалистична, в 3 случаях (5%) откровенно нереалистична и лишь в двух (3%) имеется стилизация (Рисунок 1).

Теперь мы проанализируем эволюционные изменения. В таких критериях, как интерактивность и геймификация, никакого развития не произошло — визуализация осталась на уровне 2003 года. До 2015 года изменений в стиле также не было — реалистичные и условно-реалистичные анимации распределены по годам почти равномерно, без аномалий. Однако в 2016 сразу 2 проекта оказались стилизованными, так визуализация WFIRST Orbit Diagrams стилизована под детский рисунок, а оформление визуализации The Electromagnetic Spectrum намекает на научно-фантастический компьютерный интерфейс. Однако делать выводы о том, что 2016 год стал поворотным, и в дальнейшем количество стилизаций будет увеличиваться, или же наоборот, останется аномальным, нельзя – это покажет лишь время.

Если подводить итоги, то можно сказать, что полученные нами результаты свидетельствуют о том, что изменения в формах визуализации, которые производятся СИМ, минимальны. За исключением очевидного прогресса в технологическом аспекте — визуализации 2016 года гораздо детализированнее, чем 2003 — в остальном, свойства новых медиа используются минимально.

Мы считаем, что практически все рассмотренные нами проекты СИЛ не являются научными визуализациями в классическом понимании этого слова.

Они не иллюстрируют результаты или процесс научного эксперимента или исследования, лишь моделируя часть действительности.

Трёхмерные реконструкции. Описание обобщенного ролика CIM будет выглядеть так: некий космический объект в течении 20-30 секунд передвигается в пространстве, без внятного начала и конца. Ниже мы приводим описания трех визуализаций, которые отличаются от остальных.

**SDO Launch and Deployment (2010).** Данная анимация посвящена аппарату Solar Dynamics Observatory и показывает путь от запуска с космодрома до развертывания. Это первая из встреченных нами визуализаций CIM, где помимо анимации присутствует такой элемент, как сторителлинг. Анимация начинается с эффектного зума виртуальной камеры с переднего плана – травы – на задний, непосредственно космический аппарат (см. прил.1, рис.13).

**Mars Transition (2013).** Данная визуализация показывает то, как изменилась поверхность четвертой планеты Солнечной системы за несколько миллиардов лет. Изначально Марс имел густую атмосферу, которая была достаточно теплой, чтобы поддерживать океаны жидкой воды — важнейшего ингредиента для жизни.

Анимация демонстрирует эволюцию изменения поверхности Марса. В отличие от большинства остальных визуализаций, эта анимация обладает динамикой, в ней использованы режиссерские приемы — ускорение и замедление движения камеры. Быстро движущиеся облака предполагают прохождение времени, и сдвиг от теплого и влажного к холодному и сухому климату показан по мере продвижения анимации. Озера высыхают, в то время, как атмосфера постепенно переходит от земного синего неба к пыльным розовым и коричневым оттенкам, наблюдаемым сегодня на Марсе. Анимацию дополняет драматичная музыка, звучащая на заднем плане, которая подчеркивает те трагичные изменения, которые постигли некогда процветающую планету.

В визуализации присутствуют и визуальные элементы сторителлинга – видео начинается с титра: «4 миллиарда лет назад», — и заканчивается титром: «Сегодня». Даже такие небольшие детали выделяют визуализацию из общего ряда стандартных монотонных роликов.

Методом данной визуализации является трёхмерная реконструкция. Фотореалистичные текстуры свидетельствуют о том, что авторы выбрали реалистичную эстетику. С одной стороны, это способствует погружению зрителя в визуализацию, с другой, такая эстетика делает крайне ограниченной возможность для репрезентации конкретных дискретных данных (см. прил.1, Рис. 14)

**Bennu's Journey (2014).** Это самый масштабный, долгий и зрелищный ролик СІЛ из изученных нами визуализаций (см. прил.1, Рис. 15). Данную анимацию можно назвать полноценной режиссерской работой, ведь в ней задействовано множество кинематографических приемов: смена планов и ракурсов, плавные переходы от одной сцены к другой, полноценный сценарий, музыкальное сопровождение и закадровый голос. Сами создатели говорят, что пытались создать видео, которое бы «сохранило самые важные моменты с научной точки зрения, но представило их более эпическим способом<sup>58</sup>».

Несмотря на то, что заглавие визуализации говорит о том, что она посвящена астероиду Бенну, это не совсем так. Бенну, действительно, является «главным героем» ролика, однако анимация, показывая его путешествие, демонстрирует то, как изменялась сама вселенная, появлялись планеты и формировались системы.

Мы описали три проекта, которые отличаются большей зрелищностью, наличием режиссуры и элементов сторителлинга. Их особенность в том, что характер *самых* визуализаций, самого графического исполнения ничем не

---

<sup>58</sup> New Animation Follows Long, Strange Trip of Bennu – Target of NASA's Asteroid Sample Return Mission. Электронный ресурс (дата образования 18.05. 17) <https://www.nasa.gov/content/goddard/bennus-journey/>

отличается от стандартных роликов НАСА — добавление закадрового голоса никак не влияет на сам метод и форму визуализации, это лишь сопутствующие характеристики. За внешней эффектностью ничего не стоит — эти визуализации, безусловно, способны заворожить работой художников, но они не основаны на каких-то четких массивах данных. Эти ролики можно назвать «визуальными историями» (собственно, такого термина — *visual stories* — придерживаются и сами разработчики НАСА), которые сконцентрированы не на осмыслении массивов данных для пользователя, а на визуализации определенных сфер реальности. Например, в проекте про астероид визуализировано такое физическое явление, как эффект Ярковского — ускорение космического объекта посредством отдачи накопленного под влиянием звездного света тепла. Однако, не зная о данном эффекте, догадаться, что визуализация данного эффекта присутствует в анимации невозможно — про это не упоминается ни графически, про это не говорит рассказчик. В итоге, пользователь видит визуализацию явления, сам этого не осознавая, что является недостатком для визуализации, которая призвана информировать аудиторию о научных явлениях. Те же слова можно сказать обо всех реалистичных трехмерных реконструкциях в принципе — за «вау-эффектом» от реалистичности происходящего часто скрывается отсутствие конкретной базы данных.

### **2.2.2 Визуализации Goddard Media Studios**

Нами было проанализировано 50 визуализаций производства Goddard Media Studios в период с 2007 по 2016 год. Мы случайным образом выбирали 5 работ в год. В отличие от CIL, проблем с недостатком проектов в тот или иной год не было, более того, количество визуализаций стабильно увеличивается с каждым годом

В отличие от визуализаций Conceptual Image Lab, не все проекты являются по форме видеороликами, хотя видеоформат остаётся преобладающим: 41 случай из 50 (82%), в 5 (10%) случаях визуализация была представлена как видео, так и изображением, и, наконец, в 3 (5%) был представлен формат статичного изображения.

Гораздо более разнообразными являются методы визуализации — только в 19 случаях из 50 (38%) визуализация представляет собой только трехмерную реконструкцию, наиболее распространенным является смешанный тип визуализации, когда в видео представлены и реконструкция, и дополнительный метод — 26 случаев (52%). В 3 (5%) случаях методом оказались карты, по разу (2%) представлены такие методы, как таймлайн и линейный график (Рисунок 3).

Заявленные Goddard Media Studios «смелость и воображение» находят реализацию в критериях инфотейнмента. Несмотря на полное отсутствие элементов геймификации или интерактивности во всех проанализированных проектах, GMS гораздо чаще прибегают к стилизации своих визуализаций. Реалистичный стиль был выбран лишь в 11 (22%) случаях, в 15 случаях (30%) визуализация условно-реалистична, в 11 случаях (22%) авторы прибегли к стилизации визуализации, в 3 случаях (6%) анимация откровенно нереалистична и не стилизована, в 1 случае (2%) авторы смешали как реалистичную, так и стилизованную эстетику.

С другой стороны, такие эксперименты с формами иногда оборачиваются казусами. Например, одна из визуализаций, Exploring Ozone за 2008 год, сделала, казалось бы, невозможное — стала видео без анимации. На протяжении двух минут пользователь наблюдает абсолютно статичную тепловую карту.

Теперь мы проанализируем эволюционные изменения критериев инфотейнмента. В таких критериях, как интерактивность и геймификация, очевидно, как и в случае с CIL, никакого развития не произошло. Пик

использования стилизаций пришелся на 2011-2012 годы – 5 случаев из 11, 45%. Остальные стили встречаются достаточно равномерно, без пиков или провисов.

Что касается жанров стилизаций, хоть это и не является критерием нашего анализа, невозможно не обратить внимание на то разнообразие, которое мы обнаружили в процессе исследования. GMS делают визуализации с помощью самых разных стилей: моушн-графика (NASA's BEST Students, Building the Nation's Newest Weather Satellite), стилизации под бумажную аппликацию (Looking Down a Well: A Brief History of Geodesy) и даже пластилиновой анимации (This World Is Black and White). Некоторые ролики, например, Water Falls: Show Me the Water, сочетают в себе сразу несколько стилей – книжную иллюстрацию, моушн-графику, стилизацию под бумажную аппликацию (см. прил.1, Рис. 16).

Goddard Media часто используют для своих визуализаций методы, отличные от трехмерных реконструкций, либо дополняющие ее. Это связано с тем, что для данной визуализации Goddard Media работали с конкретным набором данных, а не визуализировали абстрактные модели реальности. Наиболее частым методом визуализации таких данных является тепловая карта – 11 случаев.

Собранные нами данные показывают, что происходили изменения в формах визуализации. Это коснулось, в первую очередь, количества трёхмерных реконструкций, которое начало заметно сокращаться ближе к 2016 году. Переломный отрезок приходится на 2013 год. За 20 визуализаций, проанализированных нами с 2013 по 2016 год, доля визуализаций, где был применен метод трёхмерной реконструкции составляет 55% (11 визуализаций из 20). При этом них лишь две (11%) обходятся без дополнительного метода визуализации. Таким образом, в 18 визуализациях из 20 (90 процентов) был выбран метод альтернативной трехмерной реконструкции. При этом до 2013 года в 27 случаях из 30 (90%) была применена трехмерная реконструкция, и

лишь в 9 случаях (33%) ее дополнял другой метод визуализации.

Стоит отметить, что в разнообразии форм эволюционных изменений нет – GMS выбирали форму, либо дополняющую, либо отличную от видео в 5 случаях до 2013 года и 4 случаях после. Однако 3 случая до 2013 года пришлось на 2012, и если сдвинуть отрезок на год, то получается, что с 2012 года авторы использовали дополнительную форму визуализации гораздо чаще – 7 случаев против 3.

Видео визуализации GMS в среднем значительно длиннее, чем видео SVS: средний ролик идет примерно 2-3 минуты, в то время, как видео SVS длится 20-30 секунд.

В целом, в визуализациях GMS, как ни странно, также нет никакой эволюции. Правда, в данном случае это можно трактовать с положительной точки зрения – проекты, производимые Goddard Studio отличаются примерно равномерным разнообразием тем и методов по всему изучаемому периоду.

**This World is Black and White (2009).** Данное видео является, на наш взгляд, самым ярким примером, концентрированной версией типа визуализации, создаваемого внутри Goddard Studio. Это видео представляет собой визуализацию научной модели, Маргариткового мира (англ. Daisyworld). Это концепция развития биосферы Земли под влиянием Солнца, которая заключается в следующем: планета, похожая на Землю, вращается вокруг звезды, похожей на Солнце. Большую часть поверхности планеты занимает суша, которую населяет единственная планетарная форма жизни на ней — маргаритки, с темными и светлыми цветами. Эволюция такой биосферы в итоге приведет к безжизненности, полному вымиранию маргариток, из-за того, что они, регулируя температуру планеты, неизбежно исчерпают возможности для ее охлаждения, но при этом до непосредственного вымирания температура планеты будет примерно постоянной, комфортной. Важно, что даже настолько примитивная биосфера, которая состоит из единственного вида растений, с разным цветом лепестков, способна создавать

глобальный эффект — менять температуру поверхности всей планеты. Особенно примечательна способность такой биосферы поддерживать постоянную температуру, даже несмотря на изменение светимости звезды.

Это краткое изложение общих положений данной модели, которая в оригинале, разумеется, сопровождается множеством формул. В видео NASA, визуализирует эту сложную тему по простой аналогии. Идея модели Маргариткового мира визуализирована буквально, с помощью пластилиновой модели мира с черно-белыми цветами, растущими на нем. Такой простой и наглядный образ, стилизация под пластилиновую и, в некоторых местах, кукольную анимацию, при поддержке буквально одного линейного графика значительно упрощает понимание непростой теории.

### **2.2.3 Анализ визуализаций Scientific Visualization Studio**

Нами было проанализировано 55 визуализаций производства Scientific Visualization Studio в период с 2006 по 2016 год. Как и в предыдущих случаях, мы выбирали случайным образом 5 визуализаций в год. Проблем с недостатком проектов в тот или иной год не было.

В 27 случаях (49%) формой визуализации является исключительно видео, в 23 случаях (41%) к видео было добавлено изображение, соответственно, в 5 случаях (10%) визуализация является статичным изображением. Остальных форм визуализаций в выборке нет.

Наиболее популярный метод визуализации других подразделений SVS – трёхмерная реконструкция – присутствует в самостоятельном виде лишь в 11 случаях (20%). Наиболее популярным самостоятельным методом визуализации является тепловая карта – 13 случаев (24%). В 4 случаях методом являются карта (7%) и инфографика (7%), в 2 – линейный график (4%). В 15 случаях (27%) применяется сразу несколько методов визуализации – в том



числе, ранее не встречавшиеся диаграммы Виенна-Эйлера, диаграмма рассеяния. Наконец, в одном случае (2%) методом визуализации является трехмерная гистограмма.

54 из 55 визуализаций (98%) оказались низкоинтерактивными, и, наконец, в одном случае визуализация интерактивна (2%).

В более чем половине случаев, 31 из 55 (56%), авторы придерживались условно-реалистичной стилистики. Кроме того, сильно возрос, по отношению к предыдущим выборкам, процент нереалистичных визуализаций (25%), 14 случаев. Это связано с тем, что в основу большинства встреченных нами визуализаций легли стандартные методы визуализации, основанные на конкретных наборах данных, а не трехмерные сценки, цель которых передать или создать ощущение присутствия. В 10 случаях (19%) визуализация является реалистичной.

Проекты с элементами геймификации за данный период не встречаются.

Разницу в подаче визуализаций ярко иллюстрируют работы Halloween 2003 Solar Storms: SOHO/EIT от SVS и Looking Back at 2003s Spooky Halloween Solar Storms от GMS (обе визуализации датированы 2008 годом). Первая представляет собой стандартную трехмерную реконструкцию, основанную на данных наблюдения за Солнцем. Второе видео специально стилизовано под эстетику праздника Хэллоуин – в видео присутствуют тыква со свечкой внутри, путина, череп (атмосферы добавляет характерная зловещая музыка, которая звучит в начале видео).

Однако разница заключается именно в подаче, в оформлении видео, а не в структуре или характере самой визуализации. После атмосферного начала идет стандартный научный ролик со стандартными методами визуализаций.

Таким образом, в обозначенный нами период с 2006 по 2016 год ни одна визуализация SVS не была стилизована. Однако уже в 12 января 2017 года вышла визуализация Ye Olde Tyme Heliophysics Map (Приложение 1, см. Рисунок 17). Это изображение, визуализирующее явление солнечного ветра,

является очевидной стилизацией под карты эпохи великих географических открытий: об этом говорят выбранные цвета, шрифт, характерное изображение солнца в углу иллюстрации и название, вынесенное в центр – Helio-Incognita. Для академичных визуализаций SVS данная работа является довольно нетипичным и смелым шагом. Как и в случае с аномальным количеством стилизованных визуализаций CIL, мы можем лишь гадать, является ли эта работа началом новой тенденции, или же стилизация также будет сконцентрирована в работах Goddard Studios.

**Moon Phase and Libration**<sup>59</sup> (2013). Именно эта визуализация является наиболее уникальной из всех трех выборок, ведь она обладает средней интерактивностью. Этот проект основан на данных наблюдения за нашим спутником. Визуализация показывает следующие данные: геоцентрическая фаза, либрация, угол оси и видимый диаметр Луны, расстояние до Земли с часовыми интервалами (Приложение 1, см. Рисунок 17).

Пользователь вводит дату в пределах текущего года: месяц, день и час. После этого проект показывает вышеперечисленные данные в текущий момент времени. Кроме того, происходит смена картинки: визуализация показывает, как выглядит Луна в заданное время. Зайдя на страницу, можно увидеть, как выглядит Луна в соответствии с текущим временем (в случае, когда календарный год уже истек, дата автоматически ставится на 1 января 00 часов).

Исходя из этого, мы отнесли данный проект к визуализациям средней степени интерактивности – пользователь может манипулировать с визуализацией в ограниченных создателями пределах.

Проект Moon Phase and Libration стартовал в 2013 году, и каждый год НАСА выпускает новую версию. Их анализ показал, что с точки зрения

---

<sup>59</sup> Перевод: Фаза и либрации Луны. Из-за наклона и особенностей орбиты Лены, мы наблюдаем ее незначительное колебание ее углов в течение месяца. Это колебание и называется либрацией.

функциональности и сформулированных нами критериев визуализации, они ничем не отличаются от проекта 2013 года. Кроме вышеописанной интерактивной визуализации, каждый проект сопровождается видеоинфографикой и статичными фотореалистичными изображениями поверхности Луны.

### **2.3 Интерактивные визуализации НАСА**

Кроме Moon Phase and Libration в нашу выборку не попало ни одной визуализации НАСА, которая отличалась бы хоть какой-то интерактивностью, либо наличием элементов геймификации. Однако говорить о полном отсутствии таких визуализаций не совсем корректно. Скорее, их количество действительно слишком мало, и шанс оказаться в выборке, подобной нашей, не очень велик. То же самое относится и к таким формам, как интерактивная мультимедийная визуализация.

Дополнительное изучение данного вопроса привело нас к следующему открытию. У НАСА отсутствует конкретное подразделение, которое бы отвечало за создание интерактивных визуализаций: они создаются силами разных внутренних структур организации. В отличие от продукции студии научных визуализаций, которая бережно хранит свои труды, многие из визуализаций, заявленных описанием НАСА как интерактивные, на данный момент недоступны для просмотра.

Поэтому мы приняли решение проанализировать те доступные визуализации, которые оказались вне фокуса, так как нам показалось важным проследить затронувшие их изменения.

Всего нами было проанализировано 10 интерактивных проектов, созданных НАСА в промежутке с 2004 по 2016 год. 5 из них (50%) являются чистыми трехмерными реконструкциями, что объяснимо, учитывая, что

трехмерная графика характерна именно для научной визуализации. Два проекта (20%) выполнены методом рисованной графики, два проекта представляют собой карты (20%), одна из которых сопровождается таймлайном. Наконец, 1 проект (10%) представлен несколькими методами визуализации – картой, трехмерной реконструкцией и тепловой картой.

В 6 проектах (60%) используется реалистичная эстетика, в 3 (30%) условно-реалистичная, наконец, в 1 проекте используется нереалистичная эстетика (это связано с тем, что данный проект является самым старым, 2004 года, когда создание реалистичных интерактивных визуализаций было затруднено).

По степеням интерактивности проекты разделились ровно напололам – 50% характеризуются высокой интерактивностью и 50% средней.

Игроподобный дизайн используют 30% визуализаций. Играмми является 20% проектов, остальные обходятся без элементов геймификации.

Ниже описали те проекты, которые нам показались наиболее интересными с точки зрения критериев инфотейнмента.

**The Webb Space Telescope (2011).** Данный проект посвящен телескопу «Джеймс Уэбб», который будет запущен в 2018 году и станет своеобразным преемником телескопа «Хаббл». Проект был создан на движке Flash Away 3D.

В центре визуализации расположена трехмерная модель телескопа. Пользователь имеет полный контроль над углом обзора и может манипулировать телескопом, крутя его, но без возможности приближать и отдалять. Имеется возможность взаимодействия через меню навигации с основными частями «Уэбба»: оптики, инструментов и систем телескопа (Приложение 1, см. Рисунок 19).

**Mapping Our World (2015).** Эта интерактивная визуализация от NASA содержит изображения из 12 миссий наблюдения Земли, представляя 25 уникальных представлений об атмосфере Земли, биосфере, литосфере и гидросфере.

Визуализация представляет собой карту нашей планеты, разбитой на 2 полушария. Каждое из полушарий, в свою очередь, разбито на плитки. Нажатие на плитку приведет вас к визуализации набора данных из конкретной миссии. Изображение ниже показывает визуализацию температуры поверхности земли, полученной из данных, собранных спутником Aqua. Дополнительные вкладки раскрывают подробности о миссии и ссылки на дополнительные ресурсы. Эта интерактивная визуализация позволяет вам исследовать наборы данных из более десятка миссий NASA по науке о Земле для 25 уникальных видов нашего мира.

Визуализация содержит данные из более чем десятка миссий NASA по наблюдению Земли.

**Vesta Trek/Moon Trek/Mars Trek (2015)/(2016)/(2015).** Данные проекты НАСА посвящены, соответственно, одному из крупнейших астероидов в Солнечной системе Весте, Луне и Марсу. Каждый проект основан на данных, собранных исследовательскими спутниками. Данные проекты абсолютно идентичны в интерфейсе, навигации и методах предоставления данных (Приложение 1, см. Рисунок 20).

Каждый из этих проектов представляет собой интерактивную карту, которую пользователь может просматривать как виде двумерного изображения, так и в формате трёхмерной модели. И в том, и в другом формате можно изменять масштаб. В режиме трёхмерной модели пользователь может свободно манипулировать этой самой моделью, перемещая ее в пространстве и крутя вокруг собственной оси. Текстура трёхмерной модели является склейкой из реальных фотографий объекта (в некоторых местах можно обнаружить «швы» такой склейки, что, впрочем, не сильно влияет на визуальное восприятие). В режиме карты пользователь может перемещать ее в пространстве, кроме того, в двумерном режиме на карту наносятся наименования областей космического объекта (прозрачность текста настраивается). После нажатия на название области появляется облако со

следующими данными: название, происхождение названия, диаметр/высота, ширина и долгота, ссылка на дополнительную информацию.

В проекте визуализированы данные, собранные космическими аппаратами NASA. Каждый проект обладает достаточно обширными возможностями для кастомизации просмотра: пользователь может выбрать одну из нескольких тепловых карт, каждая из которых демонстрирует содержание какого-либо химического элемента в космическом объекте. (коэффициент минерализации, концентрация железа и водорода и т. п.) в режиме 2D и Globe, позволяя пользователям летать над поверхностью Весты. Карта включает набор инструментов, включая 3D-печать, профили высот, вычисления угла солнца, положение Солнца и Земли. В начале знакомства с каждой визуализацией авторы предлагают пройти небольшой интерактивный тур, который даст краткую информацию о космическом теле и познакомит с интерфейсом и инструментами.

Уникальная черта проекта — это возможность 3D-печати виртуальной модели. Используя специальный инструмент в приложении, вы можете выбрать область — или указать заранее выбранную область — и загрузить STL-файл с высоким разрешением, который можно использовать в работе с 3D-принтером. Кроме данного инструмента, есть еще несколько (возможность ставить точки, провести линию), но, честно говоря, они не кажутся нам эффективными. Возможность узнать расстояние между двумя точками на астероиде кажется малополезной и малоинформативной.

**Climate time machine (2009).** Эта визуализация состоит из четырех таймлайнов, каждый из которых показывает, как менялись ключевые индикаторы климата (средняя глобальная температура, уровень моря, объем морского льда, выбросы углерода) в новейшей истории Земли (Приложение 1, см. Рисунок 21). Пользователь, манипулируя ползунком таймлайна, может выбрать конкретный месяц любого года в определенном отрезке времени (например, данные по выбросам углерода доступны с сентября 2002 года по

декабрь 2016). Так функционируют три таймлайна, а четвертый, показывающий уровень моря, визуализирует возможные последствия повышения уровня воды мирового океана в разных точках планеты.

**Station Spacewalk Game (2010).** Данный проект представляет собой полноценную игру (что, в общем-то, заложено уже в названии), разработанную НАСА для ознакомления аудитории с устройством Международной космической станции (Приложение 1, см. Рисунок 22). Эта игра использует такой прием, как повествование от 1-го лица, что способствует погружению в визуализацию: игрок начинает ассоциировать себя с героем-космонавтом (хотя, не самая современная картинка даже по меркам 2010 года является помехой).

В проекте точно воссоздана МКС в виде подробной трёхмерной модели. Используя классическую шутерную механику (управление на WASD, обзор с помощью перемещения курсора мыши) Station Spacewalk Game по жанру относится, скорее, к квесту, так как геймплей заключается в постепенном выполнении ряда задач, основанных на реальных данных и ситуациях, происходивших на Международной космической станции: таких, как сборка фотоэлектрических солнечных массивов, манипуляция с роботизированной рукой, ремонт антенны для связи с Землей и т.п.

Игра внимательно следит за игроком, собирая статистику по мере прохождения. Так, она отслеживает прогресс разблокирования вознаграждений за значки, которые персонаж получает за счет выполнения определенных требований по ходу миссий, и выдает мировую статистику прохождения игры и лучший результат для каждой из пройденных миссий.

Помимо системы достижений, в Station Spacewalk Game присутствует такой типичный игровой элемент, как набор очков. Очки присуждаются за завершение (или частичное завершение) миссий. Миссия завершается, когда выполнены все ее задачи. Если миссия заканчивается или прерывается до завершения, игрок получает баллы за цели, которых он успел достичь. Не

успеть игрок может по двум причинам: либо банальное падение в открытый космос (из-за довольно неуклюжего управления это будет происходить постоянно) или из-за нехватки кислорода, которая является завуалированным ограничением по времени. Цели обычно стоят 100 очков за штуку. В то время, как игрок всегда получает очки от выполнения целей, бонус времени и баллы за кислород присуждаются только в случае завершения всей миссии.

У игры очевидная образовательная направленность. Это заключается и в массивной текстовой части — пользователь может просматривать текстовые справки о различных Международных космических станциях в любой из миссий. Информация о модуле содержит два уровня детализации: ярлыки и описания. Чтобы увидеть подробное описание, игрок должен подлететь к ярлыку. Когда игрок находится достаточно близко, появляется описание

Интересно, что данную игру можно запустить как в браузере, так и скачать в виде приложения на компьютер.

У игры есть своеобразный режим ознакомления, который наиболее точно соответствует названию, — игрок просто ходит по разным отсекам МКС без ограничения во времени и необходимости выполнять задания.

Если давать субъективную оценку, то игру, конечно, тяжело назвать увлекательной, несмотря на все старания разработчиков и внедрение необязательных игровых механик.

**NetworKing, 2012<sup>60</sup>**. Данный проект представлен в форме игры. Ближайшим аналогом среди классических жанров компьютерных игр будет стратегия в реальном времени (Приложение 1, см. Рисунок 23).

Целью игры является знакомство аудитории с системой функционирования космических спутников. Игрок примеряет на себя роль менеджера навигационных и коммуникационных сетей НАСА, чья задача заключается в создании и модернизации сети. Миссия игрока — построить и

---

<sup>60</sup> Дословный перевод слова *networking* будет означать «работающая сеть», в данном случае создателями был использован каламбур, основанный на выделении части слова.



затем постоянно модернизировать сеть, которая обеспечивает жизненно важные коммуникационные и навигационные сервисы космических аппаратов.

Визуальная составляющая основана на трехмерной реконструкции Земли и ближайшего космического пространства. Для перемещения внутри игры герой может использовать клавиши WASD или мышь для вращения камеры вокруг Земли. Солнце, Луна и Марс видны издалека. На Земле можно увидеть два больших здания. Одно из них — ваша штаб-квартира. Другое — космодром на острове Меррит. Из-за такой буквализации, несмотря на общую реалистичность объектов внутри игры, мы не можем отнести ее к реалистичной визуализации.

Игрок может свободно управлять масштабом. Даже на большом удалении от планеты ключевые точки легко найти по характерному свечению.

По краям экрана отображается интерфейс. В левом верхнем углу находится счетчик ресурсов, который показывает, сколько у вас очков кредитов и науки. В правом верхнем углу расположен индикатор, который показывает, в каком раунде игры игрок находится на данный момент, а также небольшая полоска, указывающая количество времени, оставшегося в текущем раунде.

В левом нижнем углу находится маленький экран, который заполняется текстовой информацией всякий раз, когда вы нажимаете на объект, такой, как спутник или наземная станция. Существует также индикатор емкости, который показывает, какая часть пропускной способности сети используется в данный момент времени. Маленькая кнопка с изображением молотка открывает интерфейс восстановления сети.

В правом нижнем углу есть серия кнопок, обозначенных шестеренкой, спутником и антенной. Они открывают экраны «Исследование», «Предложения» и «Магазин» соответственно. Имеются ярлыки с кнопками для открытия экранов «Журнал» и «Управление».

В левой части экрана есть небольшое окно учебника. Именно там и объясняется финальная цель игры — разблокировка интегрированной сети. На пути к этой цели игрок должен построить три крупные сети, зарабатывать кредиты и науку, сохранять спутники, поддерживать специальные миссии НАСА и бороться со стихийными бедствиями.

Если вы нажмете клавишу Esc или клавишу вопросительного знака, появится экран справки. На экране «Справка» отображается список элементов управления и кнопок, которые позволяют вам вернуться в главное меню, перейти к конкретным темам учебника или перевести игру в полноэкранный режим.

Сам геймплей представляет собой постепенное прохождение коротких восьмисекундных уровней. Каждый уровень игрок теряет кредиты, оплачивающие содержание ваших различных наземных станций. Однако вы можете получить кредиты и науку от любых спутников, которые вы в настоящее время поддерживаете. Каждый уровень вы получаете новые предложения от клиентов, которые заинтересованы в использовании вашей сети. Вы можете просмотреть эти предложения на экране «Предложения».

Следуя инструкциям, вам будет предложено открыть экран «Предложения». Каждое предложение показывает вращающиеся модели спутника, его имя, детали контракта на использование и краткое описание миссии спутника. Детали контракта расскажут вам, сколько кредитов и научных знаний спутник даст и сколько будет потреблять.

По мере обновления инфраструктуры коммуникационной сети, модернизации спутников и строительства наземных станций, ваша компания будет становиться все более привлекательной для клиентов. Модернизация основана на системе дерева технологий: то есть, некоторые обновления зависят от других, поэтому вам придется исследовать их первыми.

Кроме того, в игре присутствует механика природных катастроф, которые периодически портят наземную инфраструктуру.

## 2.4 Анализ визуализаций явления Эль Ниньо (1997-2016)

Мы проанализировали эволюцию визуализации данных путем случайной выборки. Навигация сайта НАСА позволяет анализировать серии визуализаций, посвященных одной общей теме. Далее, для получения дополнительной информации, мы проанализируем изменения в рамках одной темы. В качестве примера, мы возьмем проекты, посвященные так называемому эффекту Эль Ниньо (El Niño), — существенному колебанию температуры водной поверхности в экваториальной части Тихого океана. Выбор этой темы обусловлен в первую очередь тем, что визуализации, посвященные этому эффекту, начали выходить еще в 1997 году, то есть мы сможем увидеть более детальную, глубокую картину (Приложение 1, см. Рисунок 24).

Мы возьмем 19-летний отрезок, с 1997 по 2016 года с шагом в два года. Проекты будем выбирать случайным образом – итого за 19 лет нами будет проанализировано 10 проектов, чего, на наш взгляд, достаточно для освещения изменений в рамках одной темы. Анализироваться будут проекты всей Scientific Visualization Studio, без дробления на подразделения.

Хоть это не и не относится к задачам нашего исследования, но мы не могли не отметить перекося в количестве визуализаций, посвященных эффекту Эль Ниньо, — 102 из 149 проектов из серии визуализаций были созданы до 2000 года, а в периоды с 2006 по 2009 и с 2010 по 2011, по 2015 визуализаций не создавалось вообще.

Анализ выборки привел нас к следующим выводам. В 8 случаях из 9 (89%) основным методом визуализации является тепловая карта, еще в 1 случае (11%) методом визуализации были карта и график (стрелки, показывающие направление течения). В 2 случаях, в 1999 и в 2016 годах, добавился другой метод — трехмерная реконструкция и график

соответственно.

Во всех 9 случаях основной формой визуализации является видео, в трех случаях (33%) видео сопровождалось изображениями.

Все визуализации обладают низкой интерактивностью и во всех отсутствуют элементы геймификации.

Что касается эстетики, то ни одна визуализация не является реалистичной. Большинство проектов (66%) являются нереалистичными, так как в их основу легла исключительно тепловая карта. 3 проекта являются условно-реалистичными, стилизаций среди анализируемых проектов не обнаружено.

Таким образом, за 20 лет в формах визуализации данных, посвященных Эль Ниньо, не произошло вообще никаких изменений.

Для того, чтобы подвести итог, мы еще раз сравним результаты контент-анализа трех подразделений студии научных визуализаций НАСА, а также двух специальных категорий.

Основной формой визуализации у всех трех подразделений является видео — в среднем, на нее приходится более 80%. Основным методом визуализации является трехмерная реконструкция.

В плане разнообразия методов визуализации лидером является Goddard Studios — в 62% процентах случаев визуализация представляет собой не типичный для НАСА тип визуализации — трехмерную реконструкцию — а нечто иное, в том числе карты, таймлайн и линейный график.

Большинство проанализированных проектов являются реалистичными. Ни одна их визуализаций трех подразделений, попавших в выборку, не обладает элементами геймификации. Средней интерактивностью обладает 1 проект, остальные являются низкоинтерактивными.

## 2.5 Анализ лауреатов премии Vizzies

Премия Vizzies, была учреждена Национальным научным фондом США в 2003 году. Конкурс проходит ежегодно, а лауреатами становятся «наиболее показательные и впечатляющие визуализации из мира науки и техники».

С 2003 по 2013 года премия называлась «Международное соревнование в научной и инженерной визуализации» (International Science & Engineering Visualization Challenge), а партнером Национального научного фонда выступал американский научный журнал Science. Начиная с 2014 года, премия сменила название на Vizzies, а партнером стал выступать научно-популярный американский журнал Popular Science.

Необходимо упомянуть, что сами организаторы конкурса дают не совсем стандартное определение понятию «визуализация». Визуализацию они определяют, как «продукт, который должен показать и объяснить те аспекты мира, которые люди обычно не видят. Это может быть уникальная, недоступная обыкновенному человеку точка зрения (например, экстремальное увеличение до атомарного уровня), неочевидные отношения, «невозможные» точки зрения (например, присутствие внутри солнца) и т. д.

Единственное ограничение конкурса – в заявке, которая подается в фонд, лидером от команды, создавшей визуализацию, должен быть гражданин США.

Первоначально, в 2003 году, конкурс проходил в 3 номинациях: лучшая фотография, лучшая иллюстрация и лучшее мультимедийное произведение. Однако, уже спустя год номинации изменились: помимо фотографий и иллюстраций, эксперты стали выбирать лучшую инфографику, лучшее интерактивное мультимедиа и лучшее неинтерактивное мультимедиа. В 2011 году номинации снова изменились: впервые в отдельную номинацию выделили видео, а интерактивные и неинтерактивные мультимедийные

проекты объединили в одну категорию – игры. В 2016 году произошло последнее на текущий момент изменение и были выделены следующие категории:

- 1) Фотография;
- 2) Иллюстрация,
- 3) Инфографика;
- 4) Видео,
- 5) Интерактивный проект.

В некоторые годы также была номинация «народный выбор», где визуализацию выбирали Интернет-голосованием. Также, в некоторые годы призы в тех или иных номинациях могли не выдаваться. Кроме того, в 2014 году церемонии не было в принципе, поэтому в 2015 награды выдавались за 2 года.

Интересно, что, в целом, данные категории близки к тем, что были выделены нами в процессе исследования. Во многом, авторы премии тем самым упростили нам работу – вполне логично, что проект в номинации видео будет представлен в форме видео. Поэтому, в данном случае подсчет количества форм визуализации для нас не важен.

Перейдем непосредственно к анализу. Всего нами было проанализировано 39 визуализаций. Мы анализировали визуализации во всех категориях, кроме фотографии. Мы анализировали лишь те визуализации, которые занимали первое место. В случае, если первое место занимало две визуализации, мы анализировали обе.

Мы пришли к следующим выводам. Из 19 изображений 9 (47%) по своим эстетическим характеристикам являются стилизациями. Для нас оказалось интересным то, что некоторые из них совмещали в целом реалистичную картинку с элементами, которые все же определяли визуализацию в стилизации. К таким относится, например, Tumor Death-Cell Receptors on Breast Cancer Cell – иллюстрация 2013 года, в которой внешний

вид раковой клетки явно напоминает обобщенный облик чудовищ, придуманных писателем Говардом Лавкрафтом (тут особенно важно подчеркнуть, что такой смысл и закладывался авторами).

Из 9 интерактивных проектов 7 (78%) несут в себе признаки геймификации, большинство из них являются серьезными играми, такими как Fold It, чье описание мы давали в первой главе, или Physics Education Technology Project который является целым порталом с массой небольших игр, которые симулируют те или иные научные эксперименты.

Два других интерактивных проекта являются обучающими – например, Cerebral Vasculature of Craniopagus Conjoined Twins является инструментом для хирургов, цель которого – научить врачей разделять сросшихся близнецов. Инструмент использует три набора изображений. Те, слева и справа, показывают кровоток через голову одного близнеца. Те, что в центре, показывают суставные кровеносные сосуды близнецов в рамках скелетных и лицевых особенностей близнецов. Ползунки под каждой панелью поворачивают отдельные рамки на 360 градусов для просмотра изображений со всех возможных углов, а также контролируют непрозрачность лицевых и скелетных тканей. Авторы использовали сканирование объемного магнитного резонанса реальных близнецов, чтобы построить трехмерную реконструкцию черепной коробки, а также компьютерную томографию для скелетной и мягкой анимации лицевой ткани.

Что касается остального, то наиболее популярным методом визуализации во всех формах является трехмерная реконструкция – 21 случай, 53 %.

Перейдем к выводам по главе в целом. Проанализировав визуализации данных Студии научных визуализаций НАСА и ее подразделений, мы сделали следующий главный вывод — никакой интенсивной эволюции в сфере научной визуализации не происходит, во всяком случае у крупнейшей

научной организации мира. И сейчас, и 10 лет назад студия научных визуализаций НАСА делает примерно одно и то же. Conceptual Image Lab продолжает делать трехмерные реконструкции, Goddard Media Studios продолжают экспериментировать в формах и методах, основная студия SVS по-прежнему делает условно-реалистичные трехмерные реконструкции с вкраплениями других методов визуализации. В плане интерактивности и привнесения элементов геймификации за 10 лет не изменилось ничего — 99 процентов изученных визуализаций (за исключением описанных в соответствующем разделе) имеют низкую интерактивность и характеризуются отсутствием игровых элементов.

Основной формой визуализации и сейчас, и 10 лет назад у всех трех подразделений является видео – в среднем, на данную форму приходится более 80% от общего числа визуализаций. Основным методом визуализации является трехмерная реконструкция, которая чаще всего не основана на результатах какого-либо конкретного научного исследования, а просто выявляется репрезентаций некоего события.

С другой стороны, визуализации-победители конкурса Wizzies дают другую картинку. Анализ показывает, что с течением времени авторы визуализаций все чаще прибегают к приемам геймификации, не боятся экспериментировать со стилями. Это относится в первую очередь, к таким формам, как изображение и интерактивные проекты. Видео остается достаточно консервативным форматом, придерживаясь стандартной трёхмерной реконструкции и реалистичной стилистики.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучив историю научно-популярного стиля и краткую историю научной визуализации, мы установили, что визуализация является практически неотъемлемым элементом современного научного исследования и одним из мощнейших средств популяризации науки. Выделив 8 площадок, мы установили, что главным источником научных визуализаций являются сайты образовательных и научных организаций. Мы выяснили, что современная концепция научной коммуникации — «public engagement in science and technology» — характеризуется нелинейным процессом коммуникации и общим размытием классической модели, классического научного слога, академичность уступает место массовости. Мы предположили, что такие процессы повлияли и на научную визуализацию, выразив эти изменения через явление инфотейнмента. Для дальнейшего анализа научных визуализаций мы выделили следующие критерии инфотейнмента, характерные для визуализаций в новых медиа: интерактивность, геймификация и эстетика, которую мы в свою очередь разделили на стилизацию и анимацию. Каждый из этих критериев был подробно рассмотрен.

Проанализировав визуализации данных Студии научных визуализаций НАСА и ее подразделений, мы сделали следующий главный вывод — никакой интенсивной эволюции в сфере научной визуализации не происходит, во всяком случае у крупнейшей научной организации мира. И сейчас, и 10 лет назад студия научных визуализаций НАСА делает примерно одно и то же. Conceptual Image Lab продолжает делать трехмерные реконструкции, Goddard Media Studios продолжают экспериментировать в формах и методах, основная студия SVS по-прежнему делает условно-реалистичные трехмерные реконструкции с вкраплениями других методов визуализации. В плане интерактивности и привнесения элементов геймификации за 10 лет не

изменилось ничего — 99 процентов изученных визуализаций (за исключением описанных в соответствующем разделе) имеют низкую интерактивность и характеризуются отсутствием игровых элементов.

Основной формой визуализации и сейчас, и 10 лет назад у всех трех подразделений является видео – в среднем, на данную форму приходится более 80% от общего числа визуализаций. Основным методом визуализации является трехмерная реконструкция, которая чаще всего не основана на результатах какого-либо конкретного научного исследования, а просто выявляется репрезентацией некоего события.

Нам даже пришлось сделать отдельный контент-анализ интерактивных форм визуализации, так как они просто прошли мимо нашей выборки. Однако даже в таком случае, на одну высокоинтерактивную форму визуализации приходится десятки малоинтерактивных.

НАСА, создав собственные форматы презентации визуализации, такие как HyperWall и Science On A Sphere, расширяют рамки классической визуализации. Но отсутствие такого расширения в классических формах, к сожалению, сводит на нет положительный эффект от новых форматов – все-таки, их распространённость невысока.

Отсутствие заметных изменений можно объяснить сложностью сбора и обработки данных для визуализаций. По информации НАСА, данные, собранные со спутников, могут занимать несколько терабайт, а, например, обработка кадра реалистичной симуляции эффекта Эль Ниньо в 2015 году занимала 18 часов. Массивы информации обрабатываются медленно, поэтому у исследователей может не хватить времени на непосредственную обработку визуализации, внесение элементов инфотейнмента. С другой стороны, если смотреть объективно, исследователи примерно представляют, что они получат в результате компьютерной обработки. С этой точки зрения, у них, наоборот, достаточно времени для продумывания эстетики, внесения элементов интерактивности или геймификации.

Некоторые предпосылки для изменений все же имеются. Во-первых, уже первые визуализации 2017 года обладают таким эстетическим критерием, как визуализация. Разумеется, говорить о существенном внесении элементов инфотейнмента еще рано, являются ли эти случаи случайностью или рождающийся тенденций покажет лишь время.

Во-вторых, самые новаторские, интересные, эстетичные в визуальном плане визуализации, интерактивные проекты и игры были созданы в рамках кооперации с другими подразделениями НАСА или даже сторонними организациями. Можно предположить, что именно нынешние и будущие студенты внесут в визуализацию больше элементов инфотейнмента, тем самым дав ей мощнейший научно-просветительский потенциал.

Возможно, нами был изначально не учтен такой важный фактор инфотейнмента, как сторителлинг и его составляющие. Закадровый голос, режиссерские ходы в анимации, наличие музыкального сопровождения способны давать дополнительные возможности в восприятии информации также, как и геймификация или интерактивность. Этот пробел необходимо будет исполнить в будущих исследованиях, так как тема научной визуализации в контексте популяризации науки необычайно важна. То топтание на месте, которое наблюдается в случае NASA Visualization Studio определенно требует внимания. Высокоинтерактивные формы визуализации данных, такие, как игры, способны заинтересовать обычного человека гораздо больше, чем видео, чья эстетика практически не меняется на протяжении десятилетия.

Анализ лауреатов премии Wizzies показывает, что даже в лучших визуализациях часто применяется стилизация, это особенно характерно для такой формы, как изображения. Интерактивные проекты все чаще приобретают черты геймифицированности. Особенно популярным является формат серьезных игр. Авторы лучших визуализаций не боятся экспериментировать со стилистикой, а самое главное, эти эксперименты не

остаются незамеченными и поощряются призами.

Развитие технологий привело к тому, что научная визуализация имеет возможность быть эстетически привлекательной лишь за счет своей фотореалистичности. При грамотных режиссерских ходах, такая визуализация также может быть «магнитом» общественного внимания. Но полагаться лишь на возможности техники – неправильный путь. Добавление элементов интерактивности в визуализацию — лишь один из множества открывшихся путей. Внедрение в научно-популярные онлайн-проекты комплексных трехмерных визуализаций, элементов геймификации, стилизации, даже элементов виртуальной реальности – именно этим научная визуализация будет характеризоваться в грядущее десятилетие. Иначе, науку, как интересную общественности сферу действительности, может ожидать спад интереса.

### Список литературы и использованных источников

1. Арнхейм Р. Искусство и визуальное восприятие. М., Архитектура–С, 2012. – 392 с.
2. Бондарев А. Е., Галактионов В. А. Научная визуализация в задачах вычислительной физики: концепции, методы, перспективы // Новые информационные технологии в автоматизированных системах: матер. XIII науч.-практ. семинара. М., 2010. С. 212—217.
3. Букина Т.В., Гергерт Д.В. Методические рекомендации по написанию и оформлению магистерской диссертации. Пермь, 2011
4. Быстрицкий Н. И. Историческая визуализация в музейно-выставочной практике. Науч. сбор. Роль музеев в информационном обеспечении исторической науки – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2009, с. 134.
5. Быстрицкий Н.И. Историческая визуализация // Информационный бюллетень Ассоциации «История и компьютер». — Калининград : БФУ им. И. Канта, 2015 г.— № 44. С. 78-82.
6. Вашунина И. В. Особенности визуального способа представления информации // Вестник университета российской академии образования. Издательство: Университет РАО (Москва). № 3-41. 2008. С. 39-43.
7. Драгун Е.М. Инфотейнмент как явление современной медиакультуры. Диссертация на соискание ученой степени кандидата культурологии. – М. : МГУ, 2015 г. 175 с.
8. Евдокимов В.А. Эдьютейнмент в массмедиа: от сложного к простому // Вестн. С.-Петербур. ун-та. Сер. 9. 2012. Вып. 1. С. 214–220.
9. Елинер И.Г. Интерактивность как квинтэссенция мультимедийного произведения // Труды Санкт-Петербургского государственного института культуры, Т. 200, 2013 г. С. 19-23

10. Зачем и как использовать визуализацию данных? [Электронный ресурс]. Точка доступа: <https://habrahabr.ru/company/devexpress/blog/240325/> (дата обращения: 16.05.17)
11. Куркова Ю.В. Визуализация данных в научно-популярных изданиях: маг. дис. / СПбГУ. – СПб., 2014. – 63 с.
12. Лазаревич Э.А. Научно-популярный журнал как тип издания // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 11: Журналистика. 1979. № 1. С. 11-20.
13. Литке М.В. Научно-популярные и научно-познавательные журналы: проблема типологической классификации. Журналистский ежегодник. № 3 / 2014
14. Литке М.В. Научно-популярные и научно-познавательные журналы: проблема типологической классификации. Журналистский ежегодник. – 2014. – № 3. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/nauchno-populyarnye-i-nauchno-poznavatelnye-zhurnala-problema-tipologicheskoy-klassifikatsii>
15. Макарова Е.Е. Научно-популярные сайты в системе СМИ: типологические и профильные особенности: дис. канд. филол. наук / МГУ им. М.В. Ломоносова. – М., 2013. – 261 с.
16. Овчинникова О.М. Наука в онлайн-медиа: особенности репрезентации в итальянском сегменте интер-нета: дис. канд. филол. наук / МГУ им. М.В. Ломоносова. – М., 2015. – 158 с.
17. Особенности новых медиа. URL: <https://postnauka.ru/video/38005>
18. Пескова О.В. О визуализации информации // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Приборостроение». – 2012. – №4. – С. 158-173
19. Прозерский Н.В. История эстетики: уч. пособие / — СПб.: Русская гуманитарная академия, 2011. – 815 с.
20. Рогалева О.С., Шкайдерова Т.В. Новые медиа: эволюция

понятия (аналитический обзор) //Вестник Омского университета. 2015. №1. С. 222-225.

21. Романова И. К. Современные методы визуализации многомерных данных: анализ, классификация, реализация, приложения в технических системах // Наука и Образование. Электрон. журн. 2016. № 03. 168 с.

22. Рябинин К.В. Методы и средства разработки адаптивных мультиплатформенных систем визуализации научных экспериментов, М, 2007 г. 207.

23. Соколова И. С. Инфотейнмент как метод популяризации естествознания в книге и журнале // Культурная жизнь Юга России. — 2016. — № 1. — С. 102-108.

24. Тертычный А.А. Быть ли научно-популярной журналистике? // Вестник ВГУ. Серия: Филология. Журналистика. 2013 г. №2. С 212-217.

25. Точка зрения: Популяризация науки в России. URL: <https://postnauka.ru/talks/14235>

26. Ariel Y., Avidar R. Information, Interactivity, and Social Media // Atlantic Journal of Communication, 2015 г. С. 19–30

27. Börner K. Visualization: Picturing science. Журнал Nature, 2012.

28. Brossard D. Science, Its Publics and New Media. URL: <https://metode.org/issues/monographs/science-its-publics-and-new-media.html>

29. Burrow L. How to Turn a Static Visualization Into a Successful Animation. URL: <http://www.scribblelive.com/blog/2012/02/22/how-to-turn-a-static-visualization-into-a-successful-animation/>

30. Coates K., Ellison A. An Introduction to Information Design, 2014 г. 208 с.

31. Cornels G. Is Popularization of Science Possible? URL: <https://www.bu.edu/wcp/Papers/Scie/ScieCorn.htm>
32. Data Visualization. What it is and why it matters. URL: [https://www.sas.com/en\\_us/insights/big-data/data-visualization.html#modal3](https://www.sas.com/en_us/insights/big-data/data-visualization.html#modal3)
33. Data Visualization In Review: Part of the Strategic Evaluation on Communicating Research for Influence Evaluation managed. URL: <http://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/49286/1/IDL-49286.pdf>
34. Diamond S. Lenticular Galaxies: The Polyvalent Aesthetics of Data Visualization. URL: [http://ctheory.net/ctheory\\_wp/lenticular-galaxies-the-polyvalent-aesthetics-of-data-visualization/](http://ctheory.net/ctheory_wp/lenticular-galaxies-the-polyvalent-aesthetics-of-data-visualization/)
35. Fisher D. Animation for Visualization: Opportunities and Drawbacks. URL: [https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2016/02/bv\\_ch19.pdf](https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2016/02/bv_ch19.pdf)
36. Fleischmann K., Ariel E. Gamification in Science Education: Gamifying Learning of Microscopic Processes in the Laboratory // Contemporary educational technology, 7(2). 2016 г. С. 138-159.
37. Friendly M. A Brief History of Data Visualisation // Chen C., Hardle W., Unwin A. Handbook of Data Visualisation. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2008.
38. Hockenson L. How NASA Makes Scientific Data Beautiful, 2012 г. URL: <http://mashable.com/2012/08/28/nasa-svs/#KTunuLKDgqq3>
39. Iliinsky N., Steele J. Beautiful Visualization. Looking at Data through the Eyes of Experts. O'Reilly Media, 2010г. 418 с.
40. Iliinsky N., Steele J. Designing Data Visualizations. O'Reilly Media, 2011г. 110 с.
41. Information and Scientific Visualization: Separate but Equal or Happy Together at Last. URL: <http://vis.cs.brown.edu/docs/pdf/Rhyne-2003->



[ISV.pdf](#)

42. Introduction to Data Visualization: Visualization Types. URL: [http://guides.library.duke.edu/datavis/vis\\_types#linear](http://guides.library.duke.edu/datavis/vis_types#linear)

43. Juul J. Video Games between Real Rules and Fictional Worlds. Cambridge MA: The MIT Press, 2005 г., 2-7 с.

44. Kapp. K. Two Types of #Gamification. URL: <http://karlkapp.com/two-types-of-gamification/>

45. Kent B. 3D Scientific Visualization with Blender. Morgan & Claypool. 2015 г. 205 с.

46. Kyprianidis J., Collomosse J., Wang T., Isenberg T. State of the «Art»: A Taxonomy of Artistic Stylization Techniques for Images and Video // IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 19 (5). 2013 г. С. 866-885.

47. Lankow, J. Infographics: The Power of Visual Storytelling — Wiley, 2012. 264 с.

48. M. Chen, D. Ebert, H. Hagen, R. S. Laramée, R. van Liere, K.-L. Ma, W. Ribarsky, G. Scheuermann and D. Silver, Data, Information and Knowledge in Visualization, IEEE Computer Graphics and Applications, 29(1), 2009. P. 12-19.

49. Manovich L. New Media from Borges to HTML. URL: <https://faculty.georgetown.edu/irvinem/theory/manovich-new-media-intro.pdf>

50. Marczewski, A. Game Thinking. Even Ninja Monkeys Like to Play: Gamification, Game Thinking and Motivational Design. 2015 г. 220 с.

51. Meadows J. The growth of science popularization: a historical sketch // Science popularization: its history, triumphs and pitfalls. 1986 г. С. 321-327.

52. Milojevic A., Kleut J., Ninkovic D. Methodological Approaches to Study of Interactivity in Communication // Journals Comunicar, Scientific

Journal of Media Education, n. 41, v. XXI. 2013 г. С. 93-102.

53. Murray A. Beyond Infographics: The Use of Video In Data Visualization. URL: <http://www.scribblelive.com/blog/2013/05/29/beyond-infographics-the-use-of-video-in-data-visualization/>

54. Murray S. Interactive Data Visualization for the Web. O'Reilly Media, 2013 г. 186 с.

55. Myatt J., Johnson W. Making sense of data: a practical guide to designing interactive data visualizations. John Wiley & Sons, 2011 г. 400 с.

56. Nagel H. Scientific Visualization versus Information Visualization [Электронный ресурс]. Точка доступа: [https://www.hpc2n.umu.se/sites/default/files/events/para06/papers/paper\\_213.pdf](https://www.hpc2n.umu.se/sites/default/files/events/para06/papers/paper_213.pdf) (дата

57. Nagel H. Scientific Visualization versus Information Visualization. URL: [https://www.hpc2n.umu.se/sites/default/files/events/para06/papers/paper\\_213.pdf](https://www.hpc2n.umu.se/sites/default/files/events/para06/papers/paper_213.pdf)

58. Robertson G., Fernandez R., Fisher D., Lee B., Stasko J. Effectiveness of Animation in Trend Visualization // IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, vol. 14, no. 6. 2008 г. С.1325-1332.

59. Scientific Storytelling using Visualization. URL: [http://vis.cs.ucdavis.edu/papers/Scientific\\_Storytelling\\_CGA.pdf](http://vis.cs.ucdavis.edu/papers/Scientific_Storytelling_CGA.pdf)

60. Slick J. 3D Defined — What is 3D? URL: <https://www.lifewire.com/what-is-3d-1951>

61. Sorden D. The Cognitive Theory of Multimedia Learning. URL: [http://sorden.com/portfolio/sorden\\_draft\\_multimedia2012.pdf](http://sorden.com/portfolio/sorden_draft_multimedia2012.pdf)

62. Sorensen V. The Contribution of the Artist to Scientific Visualization. URL: <http://visualmusic.org/text/scivi1.html>

63. The Rise Of Popular Science Journalism In Russia. URL: <http://en.ejo.ch/specialist-journalism/the-rise-of-popular-science-journalism->

in-russia

64. van Dam A., Forsberg A., Laidlaw D., LaViola J., Simpson R. Immersive VR for scientific visualization: a progress report // IEEE Computer Graphics and Applications, vol. 20, no. 6, Nov/Dec 2000. C. 26-52.

65. Visualization in Scientific Computing, Special Issue, ACM SIGGRAPH Computer Graphics, V.21, N 6, November 1987г. P. 44-45.

66. Vande Moere A., Tomitsch M., Wimmer C., Boesch C., Grecheng T. Evaluating the Effect of Style in Information Visualization, 2012. 10 c.

67. Wiggins A. Crowtson K. From Conservation to Crowdsourcing: A Typology of Citizen Science. 2011 г. 10 c.

68. Zhao L. Science Communication Language in Chinese New. URL: <http://www.ijssh.org/papers/277-T10031.pdf>



# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение 1 Примеры научной визуализации

Рисунок 1. Пример линейного графика Плейфейра

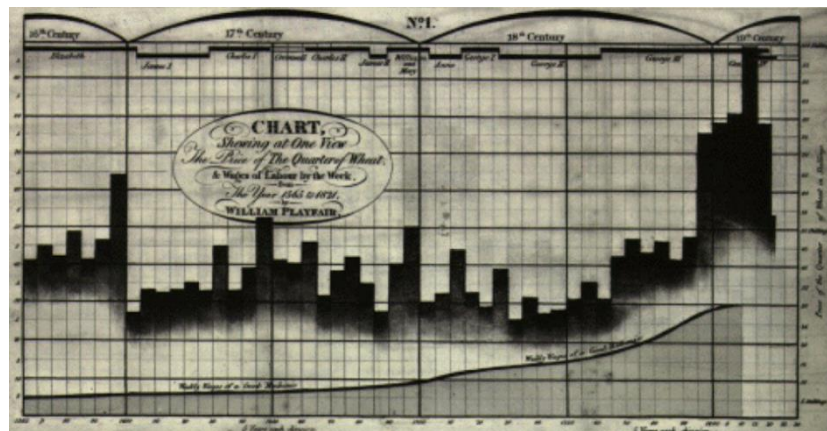


Рисунок 2. Примеры научной визуализации XIX века

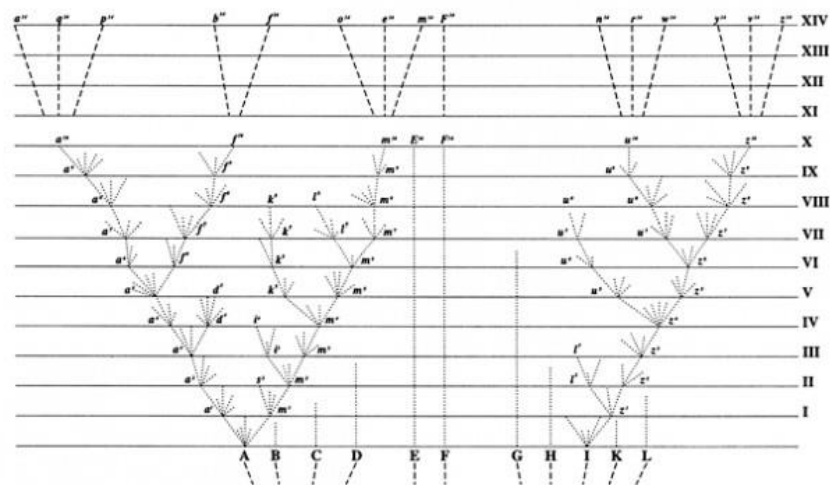
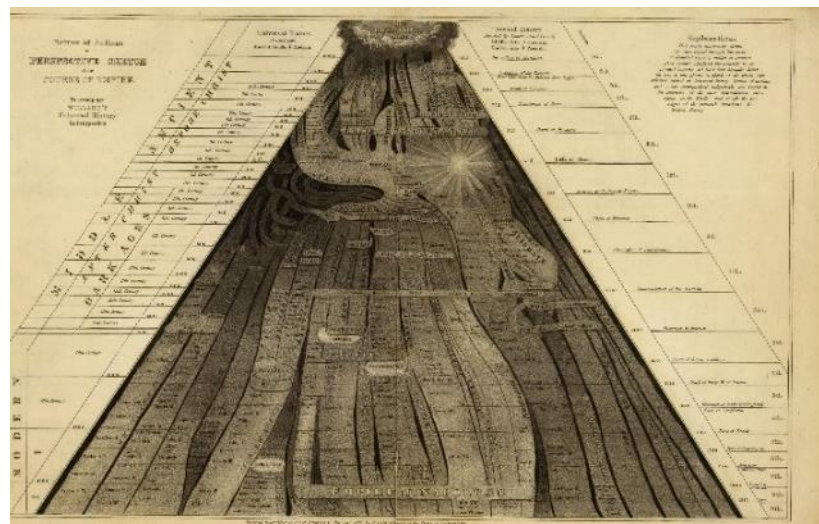


Рисунок 3. Фрагмент визуализации Э. Зайака

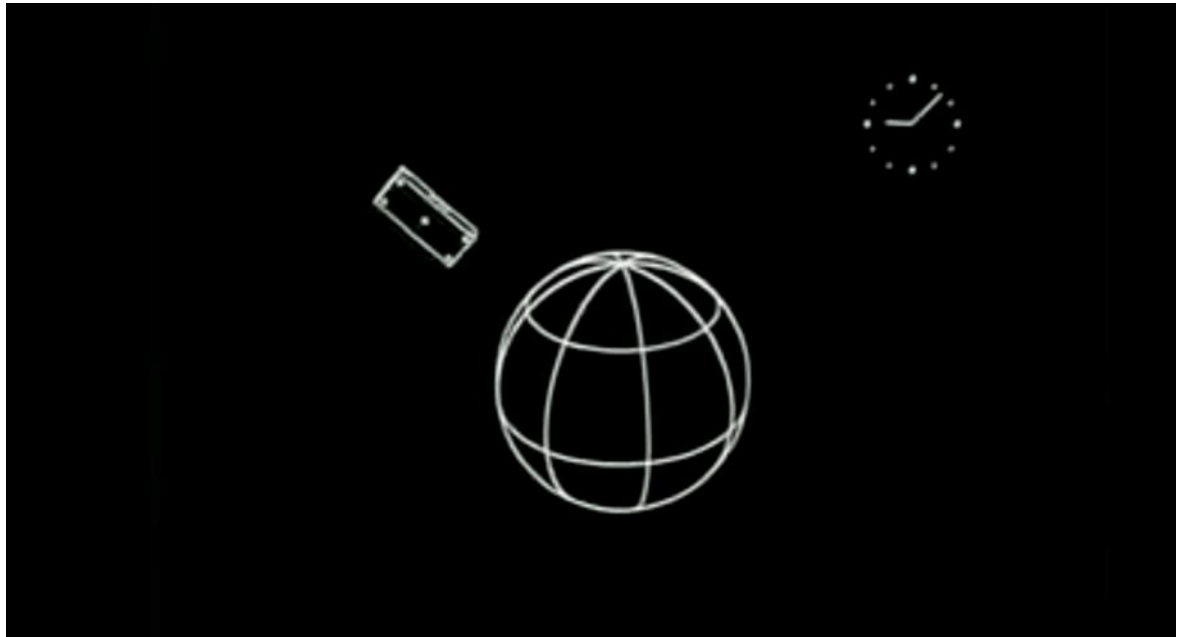


Рисунок 4. Проект Brain Development, первое место от журнала Science за лучшую визуализацию 2009 г.

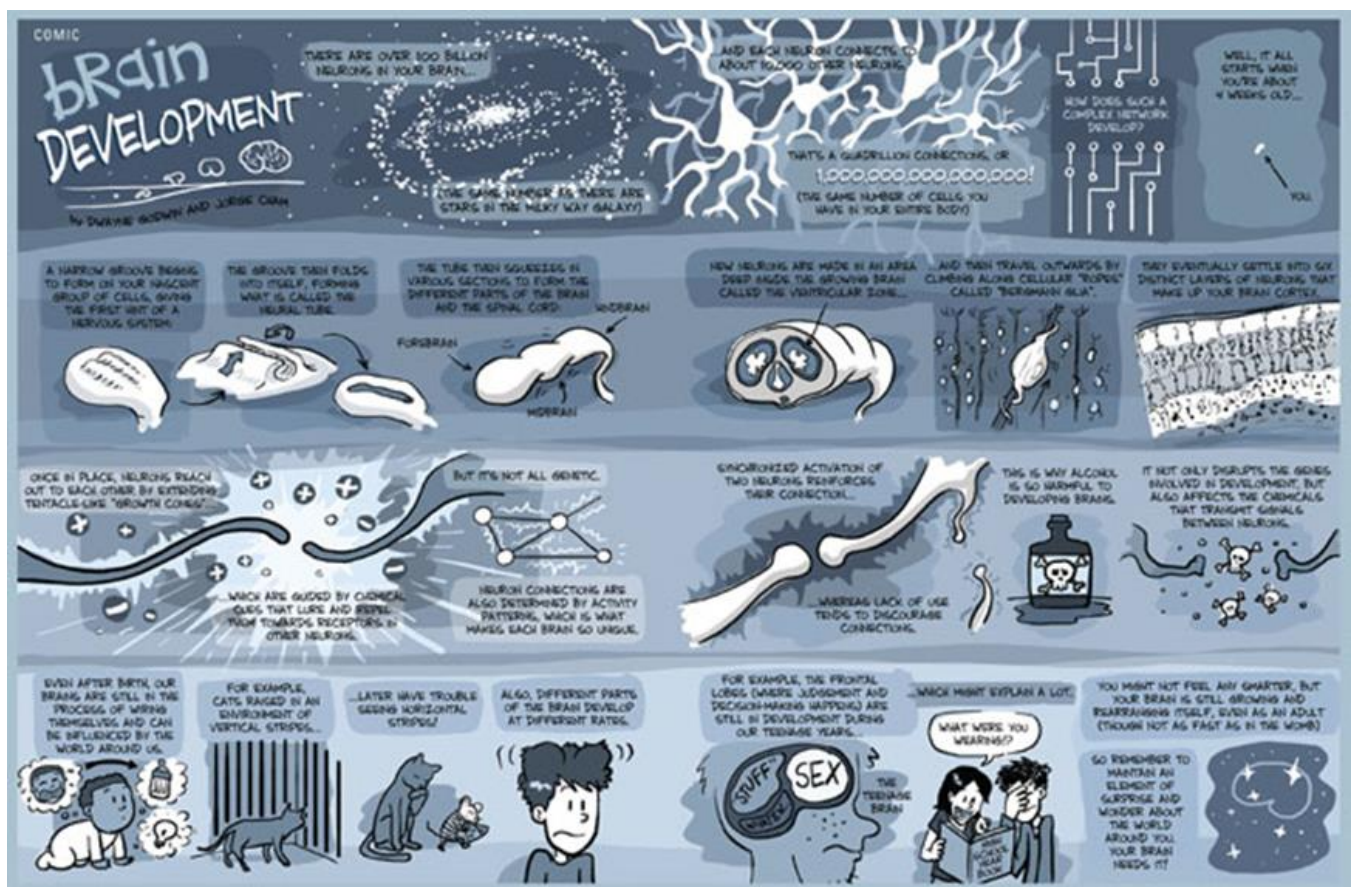


Рисунок 5. Кадр из развлекательной передачи BBC

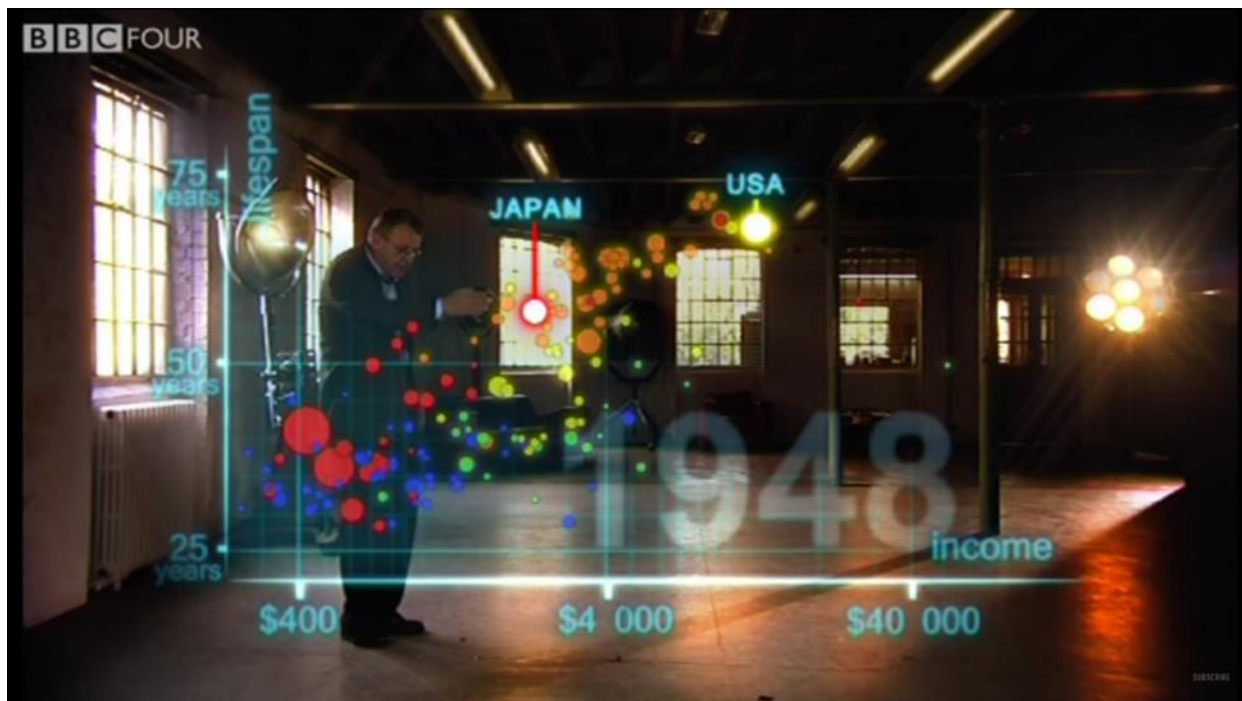


Рисунок 6. Визуализация, полученная с помощью геймификации

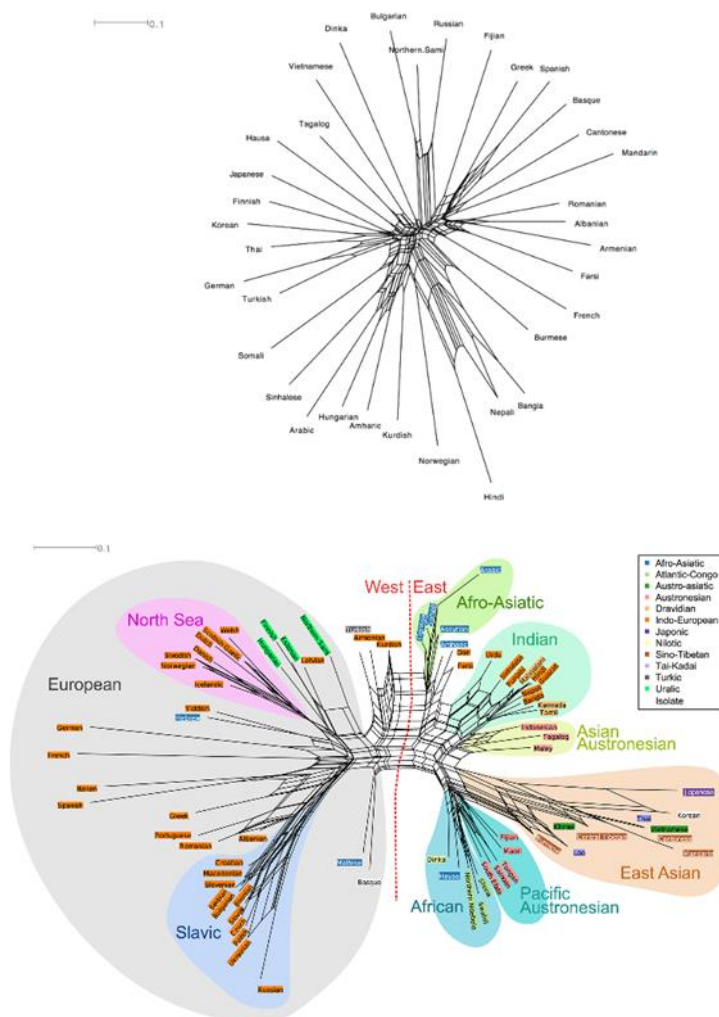


Рисунок 7. Визуализация, полученная с помощью геймификации

	Игровое мышление	Игровые элементы	Виртуальный мир	Геймплей	Отсутствует целенаправленность
Игроподобный дизайн	●				
Геймификация	●	●			
Симуляция	●	●	●		
Серьезная игра	●	●	●	●	
Игра	●	●	●	●	●

Рисунок 8. Фрагмент визуализации из игры Fold It

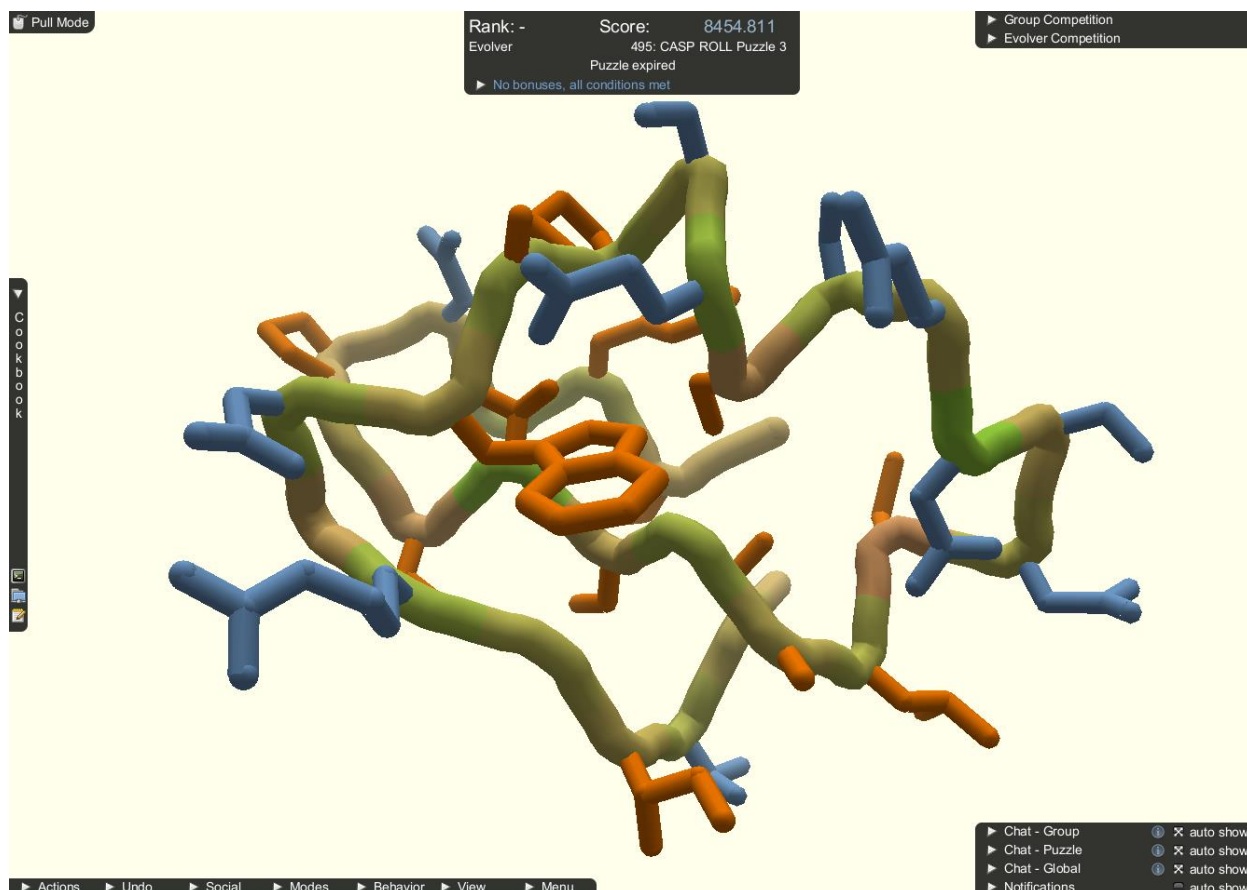




Рисунок 9. Линейный график, стилизованный под ручной рисунок

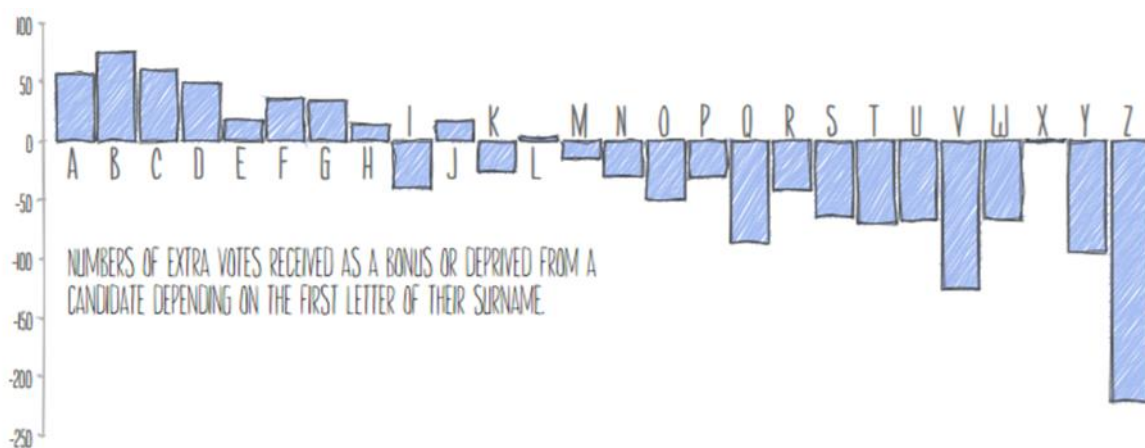


Рисунок 10. Инфографика в стиле Пита Мондриана

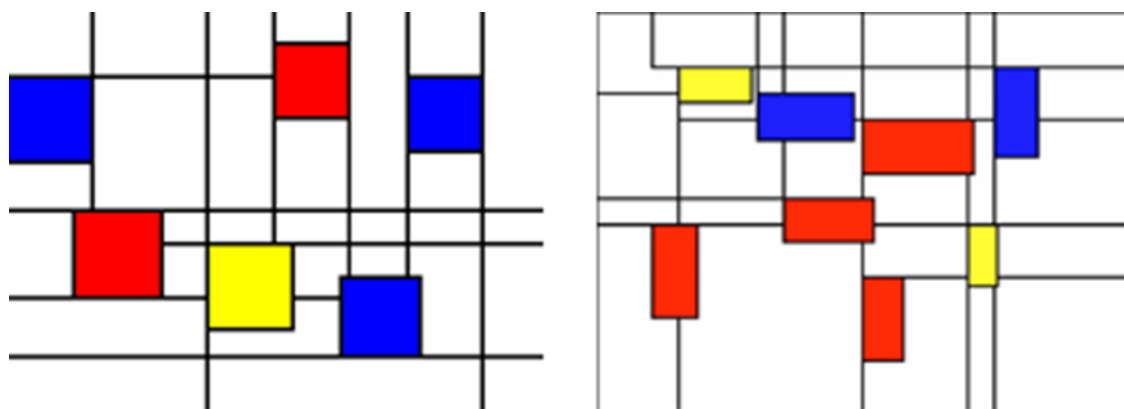


Рисунок 11. Пример научной визуализации в формате HyperWall



*Рисунок 12.* Пример научной визуализации Science on a sphere



*Рисунок 13.* Пример научной визуализации SDO Launch and Deployment,  
2010 год



*Рисунок 14.* Пример научной визуализации Mars Transition,  
2013 год



*Рисунок 15.* Пример научной визуализации Vennu's Journey,  
2014 год



Рисунок 16. Пример научной визуализации Goddard Media Studios,  
2012 год



Рисунок 17. Пример научной визуализации Ye Olde Tyme Heliophysics  
Мар, 2017 год

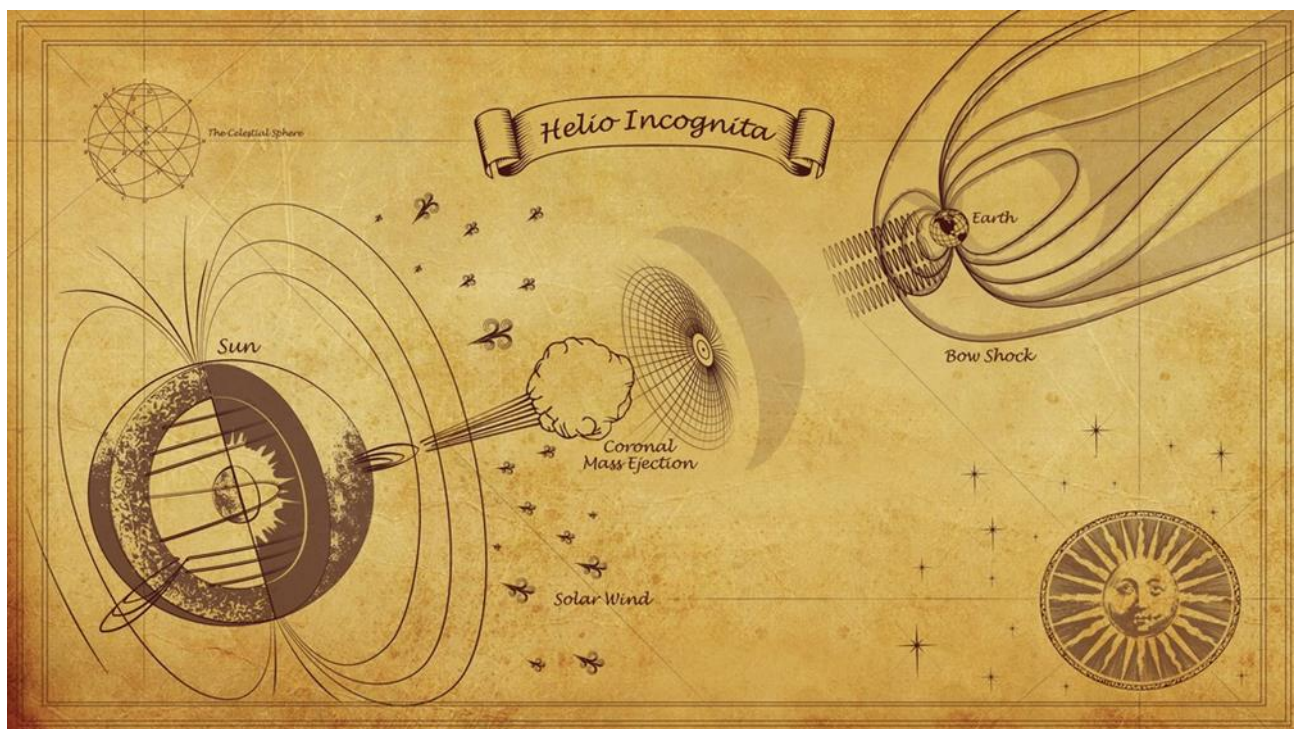


Рисунок 18. Пример научной визуализации Moon Phase and Libration,  
2013 год

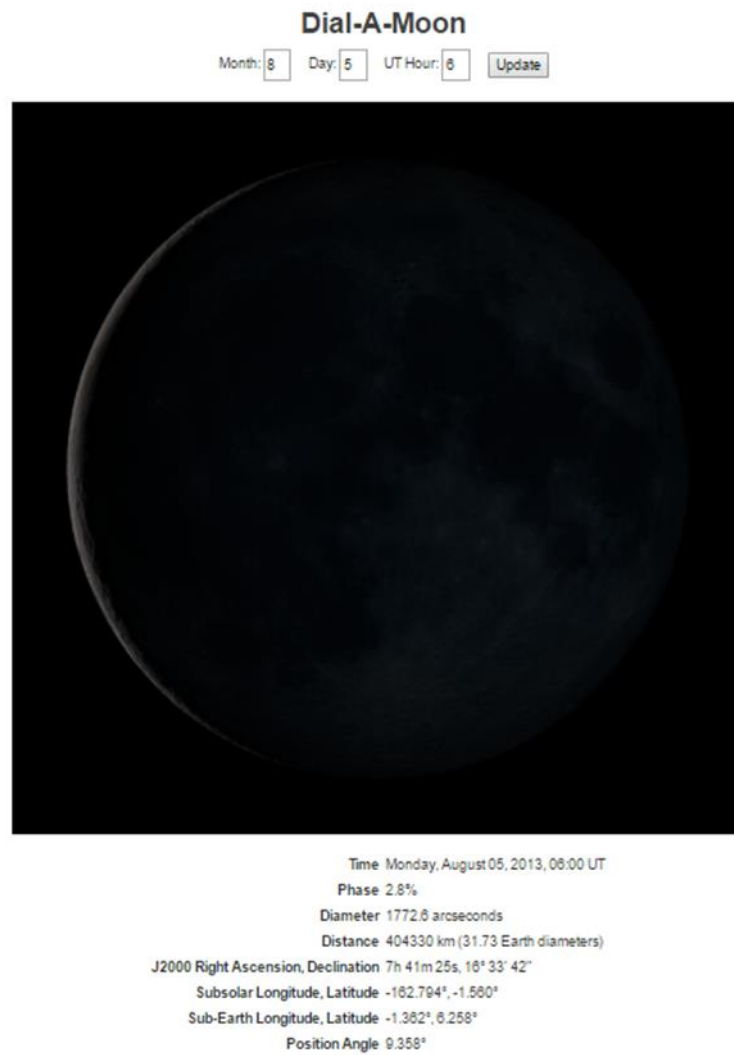


Рисунок 19. Пример научной визуализации The Webb Space Telescope,  
2011 год



Рисунок 20. Пример научной визуализации Vesta Trek/Moon Trek/Mars Trek (2015), (2016), (2015)

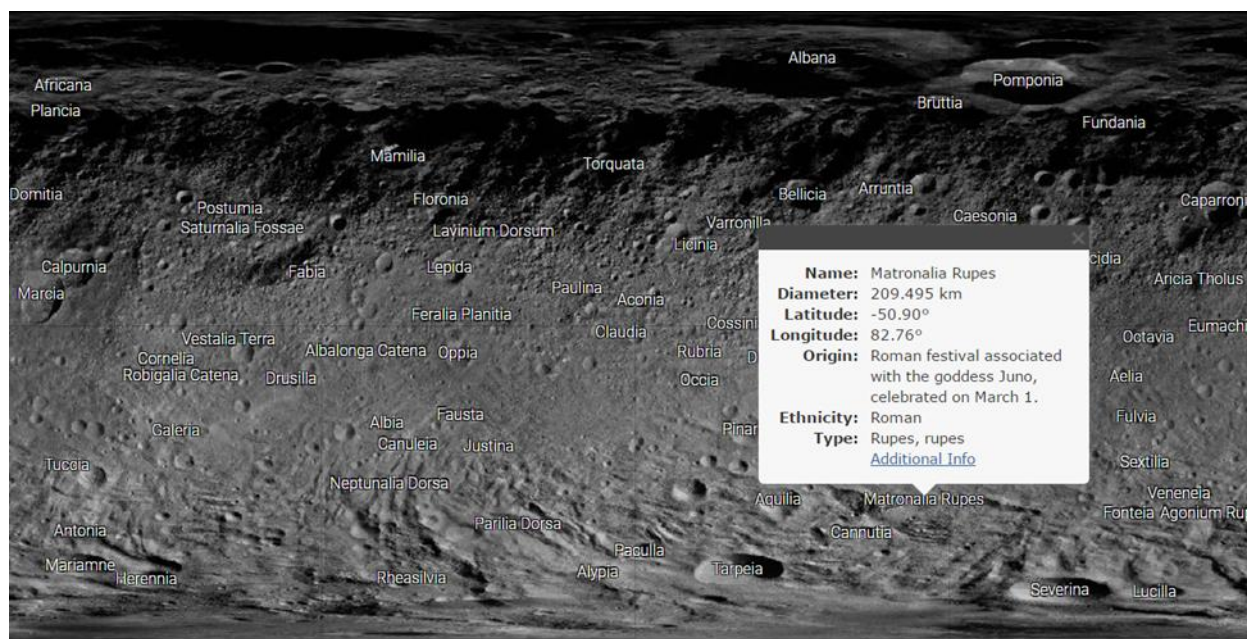
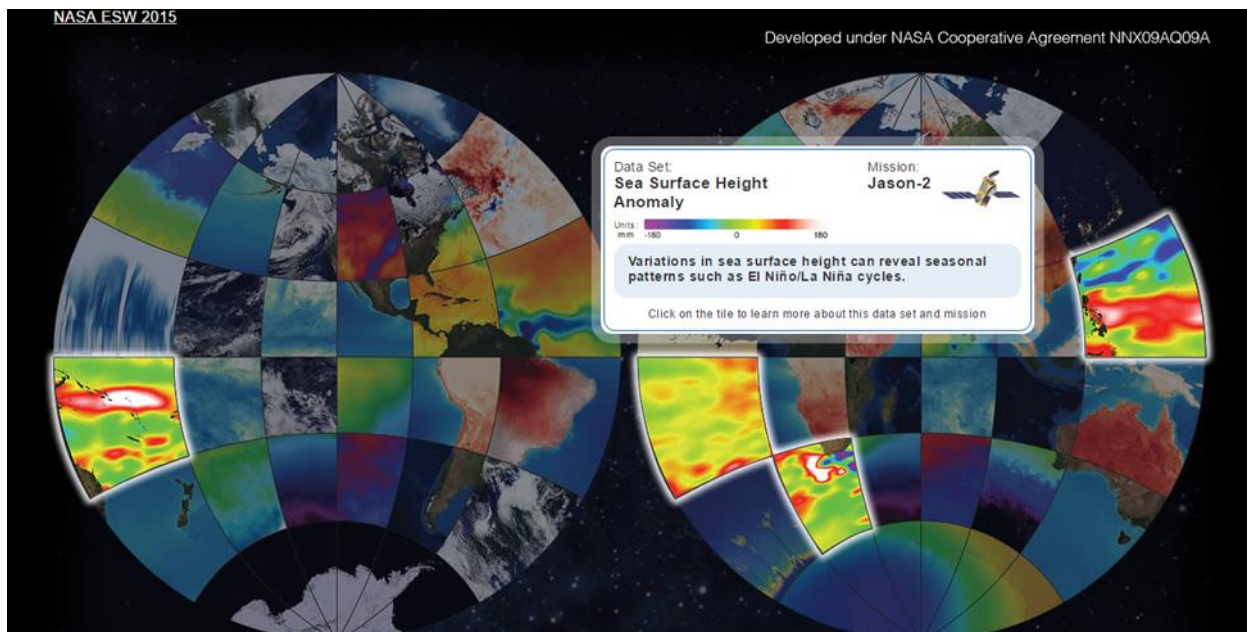


Рисунок 21. Пример визуализации Climate Time Machine

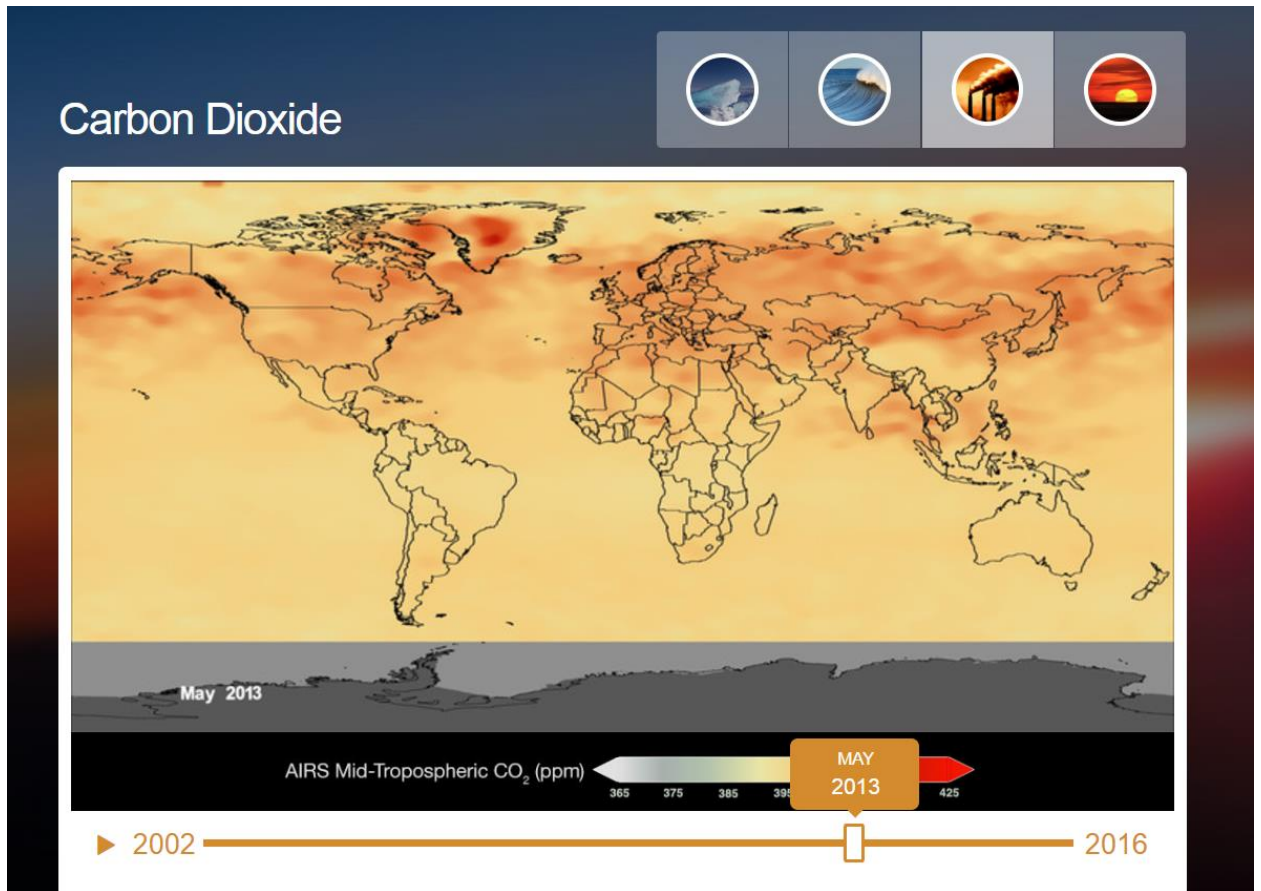


Рисунок 22. Скриншот из игры Station Spacewalk Game

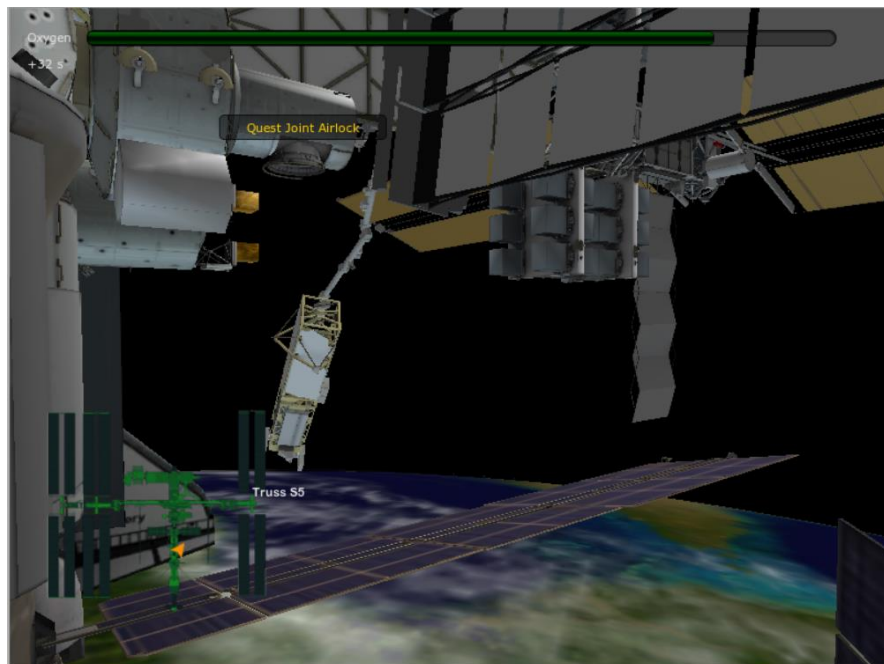


Рисунок 23. Скриншот из игры NetworkKing



Рисунок 24. Примеры визуализаций явления Эль Ниньо  
(за 2010 год и за 1998 год)

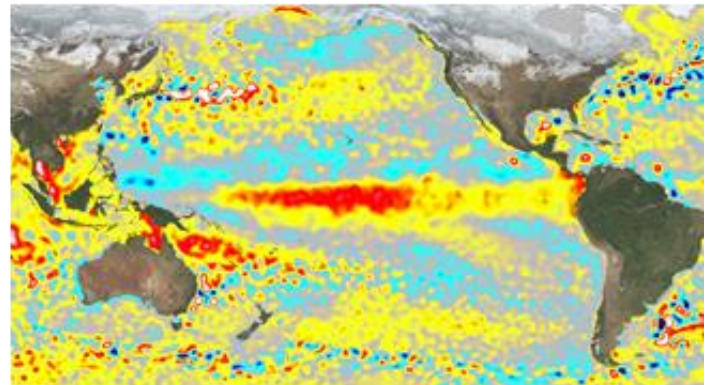
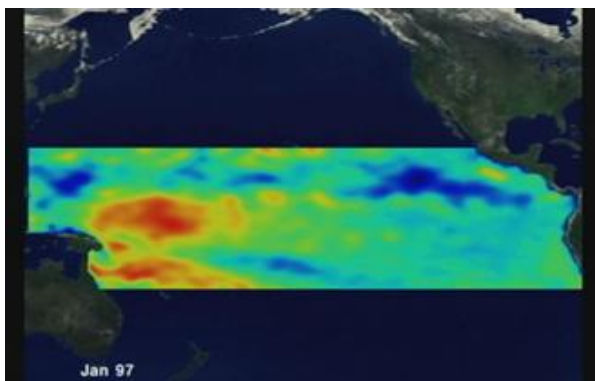
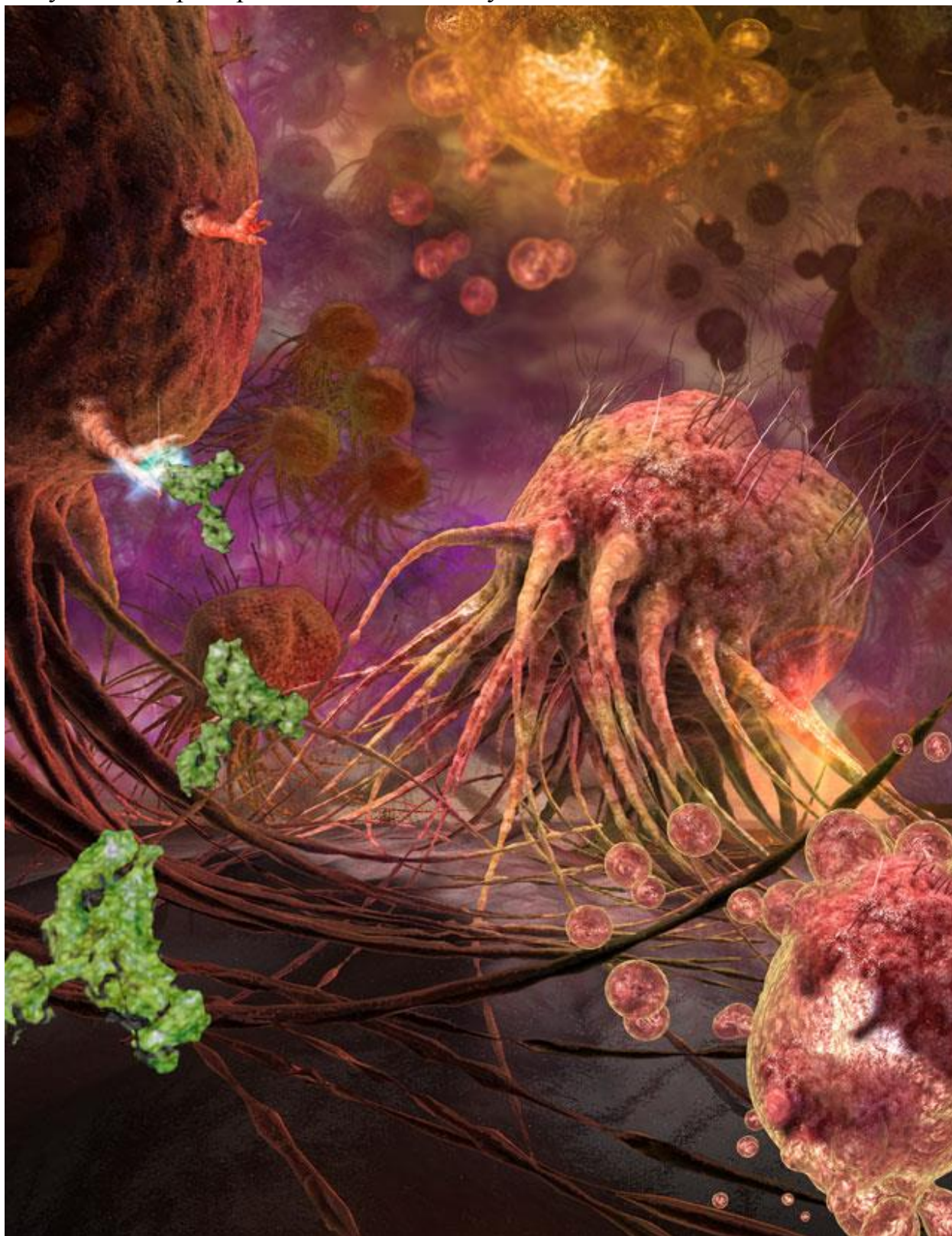




Рисунок 25. Пример стилизованной визуализации



## Приложение 2. Схемы и таблицы

### Приложение 2.1 Общий контент-анализ научной визуализации

Год	Название проекта	Тематика	Форма визуализации	Метод визуализации	Инфотеймент		
					Интерактивность	Эстетика	Геймификация
2006	The Lights of Earth: Full Spin in High Resolution	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	нет	Условно-реалистичная	нет
	The Visible Sun Revisited	Космос	Видео, изображение	Трехмерная реконструкция	нет	Условно-реалистичная	нет
	THEMIS Mission and Substorm Simulation	Космос, Земля	Видео, изображение	Трехмерная реконструкция, тепловая карта	нет	Условно-реалистичная	нет
	Aqua MODIS Ocean Color Progression during Hurricane Katrina	Земля	Видео	Тепловая карта	нет	Условно-реалистичная	нет
	Current Tropical Sea Surface Temperatures	Земля	Изображение	Тепловая карта	нет	Условно-реалистичная	нет
2007	Landsat Image Mosaic of Antarctica Flyover of McMurdo Station and Dry Valleys	Земля	Видео, изображение	Трехмерная реконструкция, таблица	нет	Реалистичная	нет
	A Hurricane Model	Земля	Видео, изображение	Трехмерная реконструкция	нет	Условно-реалистичная	нет

	Multivariate ENSO Index Correlation with Ocean Net Primary Production Data over the North Atlantic	Земля	Видео, изображение	Линейный график	нет	Нереалистичная	нет
	The First Season of Noctilucent Clouds from AIM	Земля	Видео, изображение	Карта	нет	Реалистичная	нет
	Aqua/AIRS Global Carbon Dioxide	Земля	Видео, изображение	Тепловая карта	нет	Условно-реалистичная	нет
<b>2008</b>	Chesapeake Bay Cities	Земля	Видео, изображение	Карта	нет	Реалистичная	нет
	Halloween 2003 Solar Storms: SOHO/MDI Continuum	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	нет	Условно-реалистичная	нет
	The Solar Dynamo: Plasma Flows	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция, тепловая карта	нет	Условно-реалистичная	нет
	Hurricane Ike Attacks the Gulf Coast on September 12, 2008	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция, тепловая карта	нет	Условно-реалистичная	нет
	Biosphere Data Around the Gulf of Mexico	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	нет	Условно-реалистичная	нет
<b>2009</b>	Permanent Shadows on the Moon	Космос	Видео, изображение	Трехмерная реконструкция	нет	Реалистичная	нет

	How LRO Will Find Safe Landing Sites on the Moon - Stereoscopic Version	Космос	Видео, изображение	Трехмерная реконструкция, тепловая карта	нет	Условно-реалистичная	нет
	Fire Observations - As the World Turns	Земля	Видео, изображение	Трехмерная реконструкция, карта	нет	Реалистичная	нет
	One Thousand Earths Could Fit Inside Jupiter	Космос	Видео	Инфографика	нет	Условно-реалистичная	нет
	Flow Field Representation of Jupiter's Great Red Spot	Космос	Видео, изображение	Графика	нет	Нереалистичная	нет
<b>2010</b>	NCCS Hyperwall Show: Push in with GEOS-5 Modeled Clouds at 3.5-km Global Resolution and 10 Minute Interval	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	нет	Реалистичная	нет
	MERRA Rate of Total Precipitation, 1988, 1993	Земля	Видео	Тепловая карта	нет	Условно-реалистичная	нет
	2007 Greenland Melt Season Study	Земля	Видео	Карта, тепловая карта, инфографика	нет	Условно-реалистичная	нет
	Counting Craters on the Moon	Космос	Видео, изображение	Трехмерная реконструкция, тепловая карта	нет	Условно-реалистичная	нет

	Iceland's Eyjafjallajökull Volcanic Ash Plume May 6-8, 2010 - Stereoscopic Version	Земля	Видео, изображение	Трехмерная реконструкция, тепловая карта	нет	Условно-реалистичная	нет
<b>2011</b>	Perpetual Ocean	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция, карта	нет	Условно-реалистичная	нет
	Carbon Monoxide	Земля	Видео	Тепловая карта	нет	Нереалистичная	нет
	Clouds over North America	Земля	Видео	Карта	нет	Реалистичная	нет
	Mars Roll	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	нет	Реалистичная	нет
	STEREO Achieves Full Solar Coverage: View from the Farside	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	нет	Условно-реалистичная	нет
<b>2012</b>	Deep Star Maps	Космос	Видео	Карта	нет	Нереалистичная	нет
	Multi-year Arctic Sea Ice	Земля	Видео, изображение	Карта, линейный график	нет	Условно-реалистичная	нет
	Space Weather Research: The CME of March 2012	Земля	Видео, изображение	Графика, диаграмма Виенна-Эйлера	нет	Нереалистичная	нет
	The Radiation Belts as seen by SAMPEX	Земля	Видео	Тепловая карта	нет	Условно-реалистичная	нет
	Moon Phase and Libration, 2013	Космос	Видео, изображение	Инфографика	средняя	Реалистичная	нет

<b>2013</b>	LAMP Observes GRAIL Impact	Космос	Видео	Графика, трехмерная реконструкция	нет	Условно-реалистичная	нет
	Supermoon 2013	Космос	Видео	Инфографика	нет	Нереалистичная	нет
	Potential Evaporation in North America Through 2100	Земля	Видео	Тепловая карта	нет	Условно-реалистичная	нет
	Chelyabinsk Bolide Plume as seen by NPP and NASA Models	Космос, Земля	Видео	Трехмерная реконструкция, тепловая карта	нет	Условно-реалистичная	нет
	Regional Assessments of Glacier Mass	Земля	Изображение	Карта, круговая диаграмма	нет	Условно-реалистичная	нет
<b>2014</b>	Annual Arctic Sea Ice Minimum 1979-2013 with Area Graph	Земля	Видео	Карта, линейный график	нет	Условно-реалистичная	нет
	GRAIL Gravity Map for the Cover of Geophysical Research Letters	Космос	Изображение	Тепловая карта	нет	Условно-реалистичная	нет
	LRO and the Lunar Eclipse of April 15, 2014: Shadow View	Космос	Видео, изображение	Инфографика	нет	Условно-реалистичная	нет
	Average September Arctic Sea Ice Comparison: 1979 vs 2013	Земля	Видео, изображение	Трехмерная гистограмма	нет	Нереалистичная	нет

	Forest Cover Loss 2000-2012 in Colorado, Oklahoma, and Saskatchewan	Земля	Видео, изображение	Тепловая карта	нет	Условно-реалистичная	нет
<b>2015</b>	Exoplanet Disks In Formation	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	нет	Нереалистичная	нет
	Does What Happens in the Arctic Stay in the Arctic?	Земля	Видео, изображение	Графика, трехмерная реконструкция	нет	Условно-реалистичная	нет
	Notes from the Underground	Земля	Изображение	Диаграмма рассеяния, карта	нет	Нереалистичная	нет
	2005-2014 NO2 Hyperwall Shows	Земля	Видео, изображение	Тепловая карта	нет	Нереалистичная	нет
	Sea Surface Temperature Anomaly Plot from 1950 to 2015	Земля	Видео	Линейный график	нет	Нереалистичная	нет
<b>2016</b>	Oriente Impact Basin for the Cover of Science	Космос	Изображение	Тепловая карта	нет	Условно-реалистичная	нет
	Global Fires 2015-2016 Visualizations	Земля	Видео, изображение	Тепловая карта	нет	Нереалистичная	нет
	Ocean Tides and Magnetic Fields	Земля	Видео	Тепловая карта	нет	Нереалистичная	нет
	Gardening Rates on the Moon	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	нет	Реалистичная	нет
	Data Tour of MMS and Magnetopause Reconnection	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	нет	Нереалистичная	нет

## Приложение 2.2 Контент-анализ научной визуализации СИЛ

Год	Название проекта	Тематика	Форма визуализации	Метод визуализации	Инфотеймент		
					Интерактивность	Эстетика	Геймификация
2003	Carbon Cycle	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
	Cannibal CME	Космос	Видео, изображение	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
	Microbes Hitch Ride on African Dust	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	Earth's Atmosphere Layers	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	Particulates Effect on Rainfall	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
2004	Venus Transit 2004	Космос	Видео, изображение	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	A Solar Tsunami	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
	NASA Explains 'Dust Bowl' Drought	Земля	Видео, изображение	Трехмерная реконструкция, тепловая карта	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	RHESSI Sees a Gamma-Ray Burst	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет



	Ice Albedo: Bright White Reflects Light	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
<b>2005</b>	Hurricane Heat Engine	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	A CME Generates Reconnection in Earth's Magnetic Field	Космос, Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	Earth's Magnetic Field to Aurora	Космос, Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	STEREO On-Station	Космос, Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
	Cutaway View of the Earth's Radiation Belts	Космос, Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
<b>2006</b>	Earth's Energy Budget Breakout	Космос, Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	Cosmic Explosion Second Only to the Sun in Brightness	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	Ocean Convection at High Altitudes - Normal Condition	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	Methane's Connection to Global Warming	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет

	Invasive Species: Tamarisk and Fire Sprouts	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
<b>2007</b>	Milkyway Galaxy zoom	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
	Proton Aurora	Космос, Земля	Видео, изображение	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно- реалистичный, анимация	Нет
	Antarctic Sub-glacial Lakes	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно- реалистичный, анимация	Нет
	Voyager II	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
	Comet Encke tail stripped away by a CME	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно- реалистичный, анимация	Нет
<b>2008</b>	Total Solar Eclipse	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
	Red Giant Sun	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
	Aquarius	Космос	Видео, изображение	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
	Electromagnetic Spectrum	Космос, Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно- реалистичный, анимация	Нет
	ARGO Buoy Animations	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно- реалистичный, анимация	Нет

<b>2009</b>	STEREO Reveals the Anatomy of a Solar Storm in 3-D	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	NOAA-N Prime Beauty Shot Animation	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
<b>2010</b>	Stellar Nursery	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	SDO Launch and Deployment	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	Cloud Albedo	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	Heliopause Cycle	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
	Fermi Sees a Nova	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
<b>2011</b>	Tractor Beam	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	STEREO Sun360 Animations	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
	Global Precipitation Measurement (GPM) Core Observatory	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
<b>2012</b>	2012 Venus Transit	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет

	Earth Orientation Animations	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	AGU Press Conference 12/3/12 - Paul Mahaffy Multimedia	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	Space Weather	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	Fermi's LAT Instrument	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
<b>2013</b>	The California Laboratory for Atmospheric Remote Sensing	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	Tracking the carbon emissions of megacities	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция, карта	Нет	Нереалистичный, анимация	Нет
	Heliotail	Космос, Земля	Видео	Трехмерная реконструкция, тепловая карта	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	Megacities Carbon Project - Los Angeles observing network	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	Mars Transition	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
<b>2014</b>	IceSat 2014 Spacecraft Animations	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет

	LDCM Deploy and Beauty Pass	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
	Comet Siding Spring and Mars	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
	Polypropylene Formation	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Нереалистичный, анимация	Нет
	Bennu's Journey	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
<b>2015</b>	MAVEN Deep Dip	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
	Landslide Animation	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
	Binary Pulsar J2032 animation	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
	Mixed Layer Depth Animation	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Нереалистичный, анимация	Нет
	MMS front side reconnection	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
<b>2016</b>	WFIRST Orbit Diagrams	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Стилизация, анимация	Нет
	Beyond Earth - Earth's Geomagnetic Activity	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	BETII Balloon animation	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
	Massive Black Hole Shreds Passing Star	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
	The Electromagnetic Spectrum	Космос	Видео	Инфографика	Нет	Условно-реалистичный	Нет

## Приложение 2.3 Контент-анализ научной визуализации Goddard Studio

Год	Название проекта	Тематика	Форма визуализации	Метод визуализации	Инфотеймент		
					Интерактивность	Эстетика	Геймификация
2007	Matter Rides a Wave Around a Black Hole	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	The Helium Atom	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
	The Cosmic Dawn	Космос	Изображение	Трехмерная реконструкция, таймлайн	Нет	Условно-реалистичный	Нет
	Cepheid Variable in Spiral Galaxy	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
	Merging Black Holes	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
2008	Servicing Mission 4: Atlantis Cargo Bay Carrier Fly-Over	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
	Exploring Ozone	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция, тепловая карта	Нет	Нереалистичный	Нет
	Hello, SDO	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Стилизация, анимация	Нет

	In The Zone	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция, тепловая карта	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	Looking Back at 2003s Spooky Halloween Solar Storms	Космос, Земля	Видео	Трехмерная реконструкция, тепловая карта	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
2009	NOAA-N Prime and GOES-O in Orbit Animation	Космос, Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
	Geochemical Creation of Methane	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	Mars Methane Spectroscopy	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция, графика	Нет	Анимация	Нет
	Taking Earth's Temperature	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция, тепловая карта	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	NASA's BEST Students	Космос, Земля	Видео	Трехмерная реконструкция, диаграммы, инфографика	Нет	Стилизация, анимация	Нет
2010	Plant Productivity in a Warming World	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция, тепловая карта, круговая диаграмма	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет

	A Tour of the Water Cycle	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция, графика	Нет	Нереалистичный, анимация	Нет
	JWST Science Simulation: Galaxy Collision	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
	ARTEMIS Orbits Magnetic Moon	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	Dust Simulations Paint Alien's View of the Solar System	Космос	Видео, изображение	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
<b>2011</b>	NPPy: Big Planet, Little Bear	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция, карта	Нет	Условно-реалистичный, анимация, стилизация	Нет
	Webb Mirror Size Comparison with Hubble Animation	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	The How-To Guide to Satellites: Putting it Together	Космос, Земля	Видео	Инфографика	Нет	Стилизация, анимация	Нет
	This World Is Black and White	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция, линейный график	Нет	Стилизация, анимация	Нет
	Black Hole Pulse Animation	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
<b>2012</b>	Looking Down a Well: A Brief History of Geodesy	Космос, Земля	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Стилизация, анимация	Нет



				я, инфографика			
	Schumann resonance animation	Космос, Земля	Видео, изображение	Трехмерная реконструкци я	Нет	Условно- реалистичный, анимация	Нет
	Evolution of the Moon	Космос	Видео, изображение	Трехмерная реконструкци я	Нет	Условно- реалистичный, анимация	Нет
	Webb Telescope Instrument Animations	Космос	Видео	Трехмерная реконструкци я	Нет	Стилизация, анимация	Нет
	Reviving Fomalhaut b	Космос	Видео, изображение	Трехмерная реконструкци я	Нет	Стилизация, анимация	Нет
<b>2013</b>	Water on the Moon	Космос	Видео	Трехмерная реконструкци я, тепловая карта	Нет	Условно- реалистичный, анимация	Нет
	IPCC Projections of Temperature and Precipitation in the 21st Century	Земля	Видео	Трехмерная реконструкци я, тепловая карта	Нет	Стилизация, анимация	Нет
	Pivot Irrigation in Saudi Arabia	Земля	Видео	Карта	Нет	Условно- реалистичный	Нет
	How to Cook a Comet	Космос	Видео	Трехмерная реконструкци я	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
	Landsat Program Timeline	Космос, Земля	Изображение	Таймлайн	Нет	Условно- реалистичный	Нет

<b>2014</b>	Nitrogen Dioxide Reduction Across the United States	Земля	Видео, изображение	Тепловая карта	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
	Water Falls: Show Me the Water	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция, инфографика	Нет	Стилизация, анимация	Нет
	Fermi Finds Hints of Starquakes in Magnetar 'Storm	Земля	Изображение	Трехмерная реконструкция, инфографика	Нет	Условно-реалистичный	Нет
	NASA On Air: Antarctic Sea Ice Grows To Record Extent	Земля	Видео	Карта	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
	Holiday Lights on the Sun	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция, тепловая карта	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
<b>2015</b>	Building the Nation's Newest Weather Satellite	Земля	Видео	Графика	Нет	Стилизация, анимация	Нет
	Human Fingerprint on Global Air Quality	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция, тепловая карта	Нет	Реалистичный, стилизация, анимация	Нет
	NASA Observes Auroras Across Canada	Земля	Видео	Карта	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет
	3,000 Comets for SOHO	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция, карта	Нет	Условно-реалистичный, анимация	Нет

	Phoenix Prominence Eruption	Космос	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичный, анимация	Нет
<b>2016</b>	Content of the Universe Pie Chart	Космос	Видео	Круговая диаграмма	Нет	Условно-реалистичный	Нет
	Why Do Raindrop Sizes Matter In Storms?	Земля	Видео	Трехмерная реконструкция, инфографика, тепловая карта	Нет	Реалистичный, анимация, стилизация	Нет
	The Electric Wind of Venus	Космос	Видео, изображение	Инфографика	Нет	Стилизация, анимация	Нет
	Visualizing the 2017 All-American Eclipse	Космос, Земля	Видео	Трехмерная реконструкция, карта	Нет	Нереалистичный, анимация	Нет
	Annual Global Temperature, 1880-2015	Земля	Видео	Линейный график	Нет	Анимация	Нет

## Приложение 2.4 Контент-анализ научной визуализации En Nino

Год	Название проекта	Тематика	Форма визуализации	Метод визуализации	Инфотеймент		
					Интерактивность	Эстетика	Геймификация
1997	Sea Surface Height Anomalies Showing the Onslaught of El Niño: August 1, 1996 to August 3, 1997	Земля	Видео	Тепловая карта	нет	Нереалистичная	нет
1999	El Niño-La Niña Cross-section of Temperature and Height Anomalies: Jan. 1997 through Dec. 1999	Земля	Видео	Тепловая карта, трехмерная реконструкция, график	нет	Нереалистичная	нет
2001	El Niño-La Niña Sea Surface Temperature Anomalies from NSIPP: January 1998 through September 2001	Земля	Видео, изображение	Тепловая карта	нет	Нереалистичная	нет
2003	Sea Surface Wind Anomalies (with dates)	Земля	Видео, изображение	Карта, графика	нет	Условно-реалистичная	нет
2005	Sea Surface Temperature Anomalies during El Niño/La Niña Event of 1997-1998 (WMS)	Земля	Видео	Тепловая карта	нет	Нереалистичная	нет

2005	Wind Anomalies During El Niño/La Niña Event of 1997-1998 (WMS)	Земля	Видео	Тепловая карта	нет	Нереалистичная	нет
2010	2009 El Niño & 2010 La Niña	Земля	Видео	Тепловая карта	нет	Нереалистичная	нет
2016	Return To Normal in 2016, After Strong El Niño in 2015	Земля	Видео	Тепловая карта, графика	нет	Условно-реалистичная	нет
2016	El Niño: GMAO Daily Sea Surface Temperature Anomaly from 1997/1998 and 2015/2016	Земля	Видео, изображение	Тепловая карта	нет	Условно-реалистичная	нет

## Приложение 2.5 Контент-анализ интерактивной научной визуализации

Год	Название проекта	Тематика	Форма визуализации	Метод визуализации	Инфотеймент		
					Интерактивность	Эстетика	Геймификация
2011	James Webb Space Telescope 3D Fly-by Interactive	Космос	Интерактивный мультимедийный проект	Трехмерная реконструкция	Высокая	Реалистичная	нет
2013	Mapping Our World	Земля	Интерактивный мультимедийный проект	Карта	Средняя	Условно-реалистичная	нет
2014	Climate Time Machine	Земля	Интерактивный мультимедийный проект	Карта, таймлайн	Средняя	Условно-реалистичная	нет
2008	Explorer 1 Spacecraft	Космос	Интерактивный мультимедийный проект	Графика	Средняя	Условно-реалистичная	нет
2004	Soyuz Interactive	Космос	Интерактивный мультимедийный проект	Графика	Средняя	Нереалистичная	Игроподобный дизайн
2010	Station Spacewalk Game	Космос	Интерактивный мультимедийный проект	Трехмерная реконструкция	Высокая	Реалистичная	Игра
2010	Space Communications and Navigation Network Demo	Космос	Интерактивный мультимедийный проект	Трехмерная реконструкция	Высокая	Реалистичная	Игроподобный дизайн
2012	NetworKing	Земля, Космос	Интерактивный мультимедийный проект	Трехмерная реконструкция	Высокая	Реалистичная	Игра
2015-2016	Mars/Vesta/Moon Trek	Космос	Интерактивный мультимедийный проект	Карта, тепловая карта,	Средняя	Реалистичная	Нет

				трехмерная реконструкция			
<b>2014</b>	NASA's Eyes	Земля, Космос	Интерактивный мультимедийный проект	Трехмерная реконструкция	Высокая	Реалистичная	Игроподобный дизайн

## Приложение 2.6 Контент-анализ лауреатов Wizzies

Год	Название визуализации	Номинация	Форма визуализации	Метод визуализации	Инфотеймент		
					Интерактивность	Эстетика	Геймификация
2006	Still Life: Five Glass Surfaces on a Tabletop	Иллюстрация	Изображение	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичная	Нет
	A Da Vinci Blackboard Lesson in Multi-Conceptual Anatomy	Иллюстрация	Изображение	Графика	Нет	Стилизация	Нет
	Hawaii, the Highest Mountain on Earth	Инфографика	Изображение	Инфографика, трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичная	Нет
	Flight Patterns	Неинтерактивное мультимедиа	Видео	Графика	Нет	Нереалистичная	Нет
	Body Code	Неинтерактивное мультимедиа	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичная	Нет
	Cerebral Vasculature of Craniopagus Conjoined Twins	Интерактивное мультимедиа	Интерактивный проект	Трехмерная реконструкция	Средняя	Реалистичная	Нет
2007	Modeling the Flight of a Bat	Инфографика	Изображение	Инфографика, трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичная	Нет



	<b>Physics Education Technology Project</b>	<b>Интерактивное мультимедиа</b>	<b>Интерактивный проект</b>	<b>Инфографика, трехмерная реконструкция, графики, диаграммы, карты</b>	<b>Высокая</b>	<b>Нереалистичная</b>	<b>Серьезная игра</b>
	<b>Nicotine: The Physiologic Mechanism of Tobacco Dependence</b>	<b>Неинтерактивное мультимедиа</b>	<b>Видео</b>	<b>Трехмерная реконструкция</b>	<b>Нет</b>	<b>Условно-реалистичная</b>	<b>Нет</b>
<b>2008</b>	<b>Zoom into the Human Bloodstream</b>	<b>Иллюстрация</b>	<b>Изображение</b>	<b>Трехмерная реконструкция</b>	<b>Нет</b>	<b>Реалистичная</b>	<b>Нет</b>
	<b>Mad Hatter's Tea' From Alice's Adventures in a Microscopic Wonderland</b>	<b>Инфографика</b>	<b>Изображение</b>	<b>Трехмерная реконструкция</b>	<b>Нет</b>	<b>Стилизация</b>	<b>Нет</b>
	<b>Genomics Digital Lab: Plant Cells</b>	<b>Интерактивное мультимедиа</b>	<b>Интерактивный проект</b>	<b>Трехмерная реконструкция, графика</b>	<b>Высокая</b>	<b>Условно-реалистичная</b>	<b>Серьезная игра</b>
	<b>A Window into Life</b>	<b>Неинтерактивное мультимедиа</b>	<b>Видео</b>	<b>Трехмерная реконструкция</b>	<b>Нет</b>	<b>Реалистичная</b>	<b>Нет</b>
<b>2009</b>	<b>Brain Development</b>	<b>Инфографика</b>	<b>Изображение</b>	<b>Графика</b>	<b>Нет</b>	<b>Стилизация</b>	<b>Нет</b>
	<b>Kuen's Surface: A Meditation on Euclid, Lobachevsky and Quantum Fields</b>	<b>Иллюстрация</b>	<b>Изображение</b>	<b>Трехмерная реконструкция</b>	<b>Нет</b>	<b>Реалистичная</b>	<b>Нет</b>

	<b>Branching Morphogenesis</b>	Иллюстрация	Изображение	Трехмерная реконструкция	Нет	Реалистичная	Нет
	<b>Genomics Digital Lab: Cell Biology</b>	Интерактивное мультимедиа	Интерактивный проект	Трехмерная реконструкция, графика	Высокая	Условно-реалистичная	Серьезная игра
	<b>The Epigenetics of Identical Twins</b>	Неинтерактивное мультимедиа	Видео	Графика	Нет	Стилизация, нереалистичная	Нет
2010	<b>Human Immunodeficiency Virus 3D</b>	Иллюстрация	Изображение	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичная	Нет
	<b>Introduction to Fungi</b>	Инфографика	Изображение	Графика	Нет	Условно-реалистичная	Нет
	<b>TrashTrack</b>	Неинтерактивное мультимедиа	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичная	Нет
2011	<b>Tumor Death-Cell Receptors on Breast Cancer Cell</b>	Иллюстрация	Изображение	Трехмерная реконструкция	Нет	Стилизация	Нет
	<b>The Cosmic Web</b>	Инфографика	Изображение	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичная	Нет
	<b>Foldit</b>	Интерактивное мультимедиа	Интерактивный проект	Трехмерная реконструкция	Средняя	Условно-реалистичная	Серьезная игра
	<b>Rapid Visual Inventory and Comparison of Complex 3D Structures</b>	Неинтерактивное мультимедиа	Видео	Трехмерная реконструкция	Нет	Условно-реалистичная	Нет
2012	<b>Connectivity of a Cognitive Computer</b>	Иллюстрация	Изображение	Графика	Нет	Реалистичная	Нет

	<b>Based on the Macaque Brain</b>						
	<b>Adaptations of the Owl's Cervical &amp; Cephalic Arteries in Relation to Extreme Neck Rotation</b>	<b>Инфографика</b>	<b>Изображение</b>	<b>Инфографика</b>	<b>Нет</b>	<b>Условно-реалистичная</b>	<b>Нет</b>
	<b>Velocity Raptor</b>	<b>Игры</b>	<b>Интерактивный проект</b>	<b>Графика</b>	<b>Высокая</b>	<b>Нереалистичная</b>	<b>Игра</b>
	<b>First Place and People's Choice</b>	<b>Видео</b>	<b>Видео</b>	<b>Трехмерная реконструкция</b>	<b>Нет</b>	<b>Реалистичная</b>	<b>Нет</b>
<b>2013</b>	<b>Wearable Power</b>	<b>Инфографика</b>	<b>Изображение</b>	<b>Инфографика</b>	<b>Нет</b>	<b>Условно-реалистичная</b>	<b>Нет</b>
	<b>EyeWire: A Game to Map the Brain</b>	<b>Игры</b>	<b>Интерактивный проект</b>	<b>Трехмерная реконструкция</b>	<b>Нет</b>	<b>Условно-реалистичная</b>	<b>Симуляция</b>
	<b>Dynamic Earth Visualization Excerpt: Coronal Mass Ejection and Ocean/Wind Circulation</b>	<b>Видео</b>	<b>Видео</b>	<b>Трехмерная реконструкция</b>	<b>Нет</b>	<b>Реалистичная</b>	<b>Нет</b>
<b>2015</b>	<b>Neuroforest</b>	<b>Иллюстрация</b>	<b>Изображение</b>	<b>Графика</b>	<b>Нет</b>	<b>Стилизация</b>	<b>Нет</b>
	<b>Glassbrain</b>	<b>Игры</b>	<b>Интерактивный проект</b>	<b>Трехмерная реконструкция</b>	<b>Средняя</b>	<b>Условно-реалистичная</b>	<b>Симуляция</b>
	<b>Beautiful Chemistry</b>	<b>Видео</b>	<b>Видео</b>	<b>Трехмерная реконструкция</b>	<b>Нет</b>	<b>Реалистичная</b>	<b>Нет</b>

<b>2016</b>	<b>Weedy seadragon life cycle</b>	<b>Иллюстрация</b>	<b>Изображение</b>	<b>Графика</b>	<b>Нет</b>	<b>Стилизация</b>	<b>Нет</b>
	<b>The trapping mechanism of the common bladderwort</b>	<b>Инфографика</b>	<b>Изображение</b>	<b>Инфографика</b>	<b>Нет</b>	<b>Стилизация</b>	<b>Нет</b>
	<b>A year in the life of Earth's CO2</b>	<b>Интерактивный проект</b>	<b>Интерактивный проект</b>	<b>Карта</b>	<b>Средняя</b>	<b>Условно-реалистичная</b>	<b>Нет</b>
	<b>Coral bleaching: A breakdown of symbiosis</b>	<b>Видео</b>	<b>Видео</b>	<b>Трехмерная реконструкция</b>	<b>Нет</b>	<b>Реалистичная</b>	<b>Нет</b>