

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет искусств
Направление 072500 «Дизайн»
Магистерская программа «Графический дизайн»

Зимовцева Анна Романовна

Принципы визуальной организации информации и взаимодействия
в проектировании геоинформационной системы
(на примере ГИС для Красной Поляны).

Выпускная квалификационная работа
Магистра дизайна

Научный руководитель:
член Союза дизайнеров России
старший преподаватель кафедры дизайна
факультета искусств СПбГУ
А. А. Дрига

Научный руководитель теоретической части:
член Союза дизайнеров России,
кандидат искусствоведения,
доцент кафедры дизайна
факультета искусств СПбГУ
А. А. Зырянова

Санкт-Петербург
2017

Введение

В последние несколько лет произошли изменения в способах использования географической информации. Эволюция технологий беспроводной связи и позиционирования вместе с появлением более мощных мобильных устройств, таких как мобильные телефоны и карманные ПК, привела к созданию мобильных систем географической информации. Мобильные ГИС открыли совершенно новый мир возможностей для разработки инновационных и полезных приложений, которые могут предоставлять информацию о местоположении. Транспортные и пешеходные навигационные системы и мобильные туристические навигаторы являются примерами мобильных геоинформационных приложений, которые часто используют интерактивные карты.

Карты, как средство взаимодействия пространственных данных и пользователя также являются неотъемлемой частью ГИС, эффективно визуализируя географическую информацию.

Функциональные возможности мобильных ГИС гораздо шире, чем бумажных карт, поскольку мобильная система может быть спроектирована в соответствии с конкретными потребностями пользователя, используя актуальные геоданные. У пользователя ГИС есть возможность выбирать функции, изменять их характеристики, наблюдать за обновлениями и изменять способ отображения географического пространства. Программные возможности мгновенного и точного получения информации, например, координат местоположения, расстояния между объектами и вычисления размеров области, а также масштабирование, панорамирование и специальные возможности, такие как буферизация и пространственный запрос, повышают эффективность использования мобильной системы.

Использование мобильных ГИС приложений обычно имеет решающее значение в отношении безопасности и расписания. В проектировании мобильных ГИС, существуют проблемы во взаимодействии пользователей с картографи-

ческой информацией и интерфейсом. Специалисты в области проектирования взаимодействия Ван Эльзаккер (Van Elzakker), МакЭахен (MacEachren), А.Робинсон (A.Robinson) изучали эффективность пользования различных видов цифровых ГИС до того, как они стали широко использоваться в мобильных устройствах. Они обнаружили проблемы, связанные с операциями поиска, взаимодействием пользователя с интерфейсом, визуализации географической информации и организации навигации карты.

При разработке ГИС особое внимание следует уделять проектированию взаимодействия с интерфейсом карты и пользовательски интерфейсом, поскольку проблемы с восприятием могут иметь серьезные последствия, например, привести к дезориентации. Мобильное устройство может технически определять местоположение по GPS, несмотря на это, у пользователя часто возникают проблемы с пониманием местоположения и направлением, которому он или она должен придерживаться.

Главными мотивами исследования являются проблемы в удобстве использования и эффективности пользовательского опыта мобильных ГИС, когда речь заходит об ориентировании пользователя.

Актуальность

В настоящее время не существует локального ГИС приложения для туристов (Красной поляны), которое давало бы доступ к детальной информации для ориентирования на определенной местности, возможности связи с МЧС.

Геоинформация для путешественника очень важна, однако подходы к обеспечению информационных потребностей и проектированию взаимодействия с системой туристов устарел, система подачи информации несистематизирована. Нет возможности быстрого поиска нужного маршрута, отсутствует взаимодействие с первой помощью, нет важной информации об объектах.

Объект исследования

Глобальные и локальные геоинформационные системы с навигационной

функцией. ГИС представляет из себя систему для сбора, хранения, анализа и представления картографической информации. Геоинформационные системы могут включать природную, биологическую, культурную, демографическую или экономическую информацию.

Предмет исследования

Средства визуализации картографической информации и интерфейса;
Взаимосвязь графических и информационных, а также технологических средств организации ГИС.

Цель исследования

Выявление принципов визуальной организации информации и взаимодействия в проектировании приложения для создания логической и графической структуры ГИС приложений, а также разработки рекомендаций по проектированию аналогичных геоинформационных систем.

Для достижения целей были решены задачи:

1. Выявление принципов логической организации геоинформационной системы;
2. Конкретизация принципов Usability в проектировании ГИС;
3. Анализ аналогичных мобильных геоинформационных систем;
4. Выявление средств визуализации в проектировании ГИС;
5. Проектирование ГИС: разработка логической и графической организации геоинформационной системы для Красной Поляны;
6. Выявление принципов графической организации ГИС;
7. Разработка рекомендаций по проектированию приложения.

Практическая значимость

Проект направлен на разработку системы визуализации географической информации курорта Сочи и может быть использован в реализации ГИС для Красной Поляны.

Теоретические выводы могут быть применены в разработке подобных геоин-

формационных систем для других российских курортов, предлагающих маршруты для спортивного туризма.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и иллюстрированного приложения.

Первая глава «Теоретическое исследование принципов логической и графической организации геоинформационных систем (обзор литературы)».

В этой главе представлены теоретические исследования и базовые концепции геоинформационных систем, которые играют важную роль для углубленного изучения вопросов взаимодействия человека и компьютера и удобства использования гео-информационных приложений. Обсуждаются теоретические основы геоинформационной коммуникации и ключевые концепции логической и визуальной организации.

Геоинформационные системы - это средства картографической коммуникации, которые представляют собой графическую организацию географической информации между двумя или более пользователями (обычно создателями карт и пользователями карт). Картографическое взаимодействие обеспечивает основу для получения и передачи геопространственных знаний, пространственной адаптации и управления пространственным данными (Bollmann et al., 2002).

Структура

Петерсон (Peterson, 2003) опубликовал коммуникационную модель, которая была адаптирована к интерактивным географическим системам (рис. 2.4). Модель Петерсона имеет обратную связь между пользователем и интерфейсом системы. Она подразумевает коммуникацию не только между проектированием логики взаимодействия и пользователями, но и между процессом логической организации информации карт.

Подобным образом, Pulsifier & Talyor (2005), представляют модель картографического взаимодействия, ориентированного на пользователя. Специалисты рассматривают коммуникацию в контексте поставленных целей и запросов пользователей. Модель подчеркивает важность требований пользователей, функциональных возможностей, организацию контекста и задач. Следуя этой

модели, ориентированной на пользователя, при проектировании ГИС, следует выбирать соответствующий набор возможностей, метод эффективной визуализации информации, а также создавать оптимальные условия взаимодействия пользователя с навигацией и интерфейсом.

Логическая организация системы должна быть адаптирована к запросам и ожиданиям пользователей.

Согласно Мьюллет и Сано, структура является одним из наиболее важных элементов эффективного взаимодействия, потому что это первый аспект дисплея, который пользователи воспринимают, и он направляет последующие сценарии взаимодействия. «Организация структуры предоставляют пользователю визуальные пути, необходимые для систематического восприятия продуктов» (Мьюллет и Сано, 1995, с.89).

Сценарии взаимодействия

МакЭахен (MacEachren & Kraak, 2001, p.1) специалист в области проектирования взаимодействия пользователя с системой утверждает, что необходимо изучить не только эффективность представлений географической информации на уровне графических приемов и собранных элементов, но и принять более целостный подход. Такой комплексный подход рассматривает интерфейс карты и интерфейс навигации приложения, удобство использования и основы взаимодействия пользователя с интерфейсом.

По рекомендации МакЭахена, проектирование логической структуры ГИС приложений должна охватывать:

- все аспекты использования и удобства использования карт;
- характеристики, требования и задачи пользователей, а также контексты использования;
- методы взаимодействия с географической информацией;
- исследование требований пользователей и Usability; а также
- рекомендации, стандарты и примеры лучшей практики для разработки геоин-

формационных систем.

Нивала и его коллеги (Nivala, 2007; Nivala et al., 2008) разработали руководящие принципы проектирования для ГИС. В их работе, руководящие принципы касаются структуры и взаимодействия пользовательских интерфейсов картографических систем; визуализации информации и комплекса набора возможностей.

В книге Tapworth («Куда следует нажимать») Джош Кларк уделил особое внимание трем основным поведенческим моделям владельцев мобильных устройств: «Микрозадачи», «Ориентирование на местности» и «Мне скучно». Эти модели практически совпадают с поведенческой классификацией принятой в компании Google: «Мне это нужно срочно», «Я повторяю то, что часто делаю», «Я делаю это потому что мне больше нечем заняться».

Виды взаимодействия применимые для специфики мобильных ГИС:

-поиск (срочная информация, местный масштаб): мне нужен ответ прямо сейчас

-изучение/развлечение: меня это интересует

-проверка/статус (срочные изменения / микрозадачи): то, что для меня важно, постоянно изменяется или обновляется, и я хочу быть в курсе

-редактирование/создание (срочные изменения / микрозадачи): мне необходимо срочно это сделать

Знание специфики поведения пользователей в той или иной ситуации поможет определить, как проектировать мобильные ГИС, чтобы их структура и организация соответствовали их потребностям.

В связи с тем, что рынок мобильных устройств развивается, также набирают популярность мобильные приложения в области ГИС.

Сейчас почти каждое мобильное устройство имеет встроенный GPS датчик, который позволяет определять местоположение на поверхности земли.

Определение местоположения осуществляется 2 способами:

1) Динамическое определение начальных координат.

2) Статическое определение начальных координат.

При динамическом определении текущего местоположения используются компоненты мобильного устройства, такие как GPS датчик, камера, акселерометр, компас и т.д.

Мобильные приложения посредством системных команд считывают данные с датчиков, обрабатывают с помощью запрограммированных алгоритмов и сопоставляют динамические координаты с той графической средой, в которой пользователь получает информацию о местоположении. Зачастую использование датчиков позволяет не только определить начальную точку, но и производить обновление геоинформации в зависимости от движения пользователя. Подобные ГИС с динамическим определением координат используются в сфере туризма, а также при разработке различных путеводителей по городам. Наиболее частой информационной базой при динамическом определении начальных координат являются спутники, и географические информационные системы.

Данный вид определения координат имеет ряд минимальных технических требований, а именно:

1) Устройство должно обладать оптимальными техническими характеристиками, качественными датчиками, хорошей программными возможностями.

2) Определение начальных координат возможно только на поверхности, использование данного вида определения невозможно в метро, в подземных тоннелях и т.д.

3) Определение местоположения по GPS каналу выполняется в течение определенного отрезка времени, является медленным и требует при интенсивном использовании существенных временных затрат.

4) Для ускорения определения местоположения, рекомендуется использовать не только данные GPS, а также данные по GPRS каналу связи, и по WI-FI, что не всегда возможно.

5) Не для каждого участка территории существуют базы данных.

Множество мобильных приложений пользуются динамическим определением местоположения. Наиболее часто встречающийся пример – службы доставки, такси и т.д. В таких приложениях существуют свои системы, которые выполняют узкий круг задач, например, для определения оптимального маршрута.

При статическом определении начальных координат начальная позиция задётся вручную, при этом нужно владеть минимальным представлением о своём местоположении. Данный способ хорошо подходит при работе не с глобальными данными, а при работе с локальными, такие как информация о здании, области или районе города.

При статическом определении координат выявляются следующие плюсы:

- 1) Автономность использования приложения.
- 2) Заниженные минимальные требования к мобильным устройствам, важен лишь сам экран.
- 3) Исключение задержек с доступом к геоинформации.
- 4) Удобство хранения ГИС к определенным местам, областям.

Наиболее частым и оптимальным способом является использование этих двух методов одновременно.

Навигация и интерфейс

Существует несколько рекомендаций от специалистов по проектированию пользовательского интерфейса.

Бен Шнейдерман, американский исследователь в области Human-Computer Interaction, в своей книге «Designing the User Interface» сформулировал принципы проектирования пользовательского интерфейса, которые частично пересекаются с подходами юзабилити для проектирования интерфейса профессора Дж.Нельсона (Nielsen 2005a). Они включают в себя стратегии эффективного

взаимодействия человека и компьютера.

Вильберт Галитс (Galitz, 2002) считает, что ясность интерфейса достигается путем разработки функциональных схем, навигации и других компонентов последовательно во всех связанных частях интерфейса. Кроме того, навигация должна работать последовательно во всем интерфейсе.

Отклонения от этой согласованности должны производиться только тогда, когда для пользователей существует явная польза.

Вильям Лидвел переосмыслил принципы Мьюллет и Сано.

«Согласованность позволяет людям эффективно воспринимать информацию в новых контекстах, быстро изучать новые вещи и фокусировать внимание на соответствующих аспектах.»(Вильям Лидвел, 2003, с.46). Согласованность должна предоставляться не только в организации визуализации, но и в навигации интерфейса. Также Вильям Лидвел разработал несколько методов визуальной организации элементов интерфейса (Вильям Лидвел, 2003, с.142).

Визуализация

Потенциальная полезность мобильных карт особенно очевидна в критически важных сферах, таких как реагирование на чрезвычайные ситуации или их проведение. В таких ситуациях мобильные устройства должны быть не только надежными в функции, они должны нести пользу для миссии. Это требование особо подчеркивает визуальный интерфейс системы, поскольку он подключает пользователя к приложению, где должна быть интерпретирована информация, которая позволит ему действовать быстро и точно. С ростом числа приложений на основе местоположения и инструментов поддержки, разрабатываемых для этих целей, следует проявлять большую осторожность в отношении того, как визуализируются события.

В дополнение к критически важным потребностям пользователей, мобильные

карты проникли в потребительскую среду и широко используются для навигации, улучшения туризма и предоставления широкого спектра возможностей на основе местоположения, которые варьируются от отслеживания потерянного телефона до местных служб спасения. Независимо от области, польза многих мобильных карт зависит от интерактивных возможностей, которые преобразуют географические данные в жизненно-важную информацию.

Хороший дизайн веб-карт основан на композиционных принципах. Разработчикам веб-карт необходимо установить баланс между информацией, гармоничными и совместимыми картами и интерфейсом, возможностями, эффективностью и удобством использования.

Мьюллет и Сано описывают три основных метода для гармоничного дизайна: сокращение дизайна по своей сути; регуляризация его элементов; и сочетание элементов для достижения максимального эффекта.

Профессор Дженни Нельсон в 2008 году предложил несколько принципов по разработке веб-карт, согласно которым, дизайн веб-карт должен быть более грубым и простым, чем графические карты, из-за ухудшения условий просмотра экрана. Кроме того, он часто предполагает поиск жизнеспособных компромиссов в дизайне между оптимальной картографической визуализацией, возможностями и удобством использования.

У мобильных устройств, есть много потенциальных преимуществ, в том числе: сбор информации на местах или во время полицейского патрулирования, получение онлайн обновлений удаленно, когда они находятся в полевых условиях, сообщение о стихийных бедствиях, и виртуальном сотрудничестве между крупными командами во время городских чрезвычайных ситуаций.

Несмотря на преимущества, мобильные устройства не лишены своих ограничений. Наиболее примечательными из них являются уменьшенный размер

экрана и разрешение дисплея, ограничения возможности ввода текста и взаимодействия во время движения пользователя, а также ограниченная вычислительная мощность, память и энергия (Follin and Bouju 2008).

Каждая из этих ограничений влияет на проектирование визуального взаимодействия и эффективности этого взаимодействия. Например, ограниченное пространство на экране влияет на пределы количества и размера символов, которые могут быть разборчиво отображены на экране, и объема территории, которая может быть отображена.

Для понимания и применения ограничений будут рассмотрены некоторые темы, которые наиболее важны для мобильной карты, с уделением особого внимания вопросам символов и взаимодействия.

Дизайн символов для мобильных устройств требует полного понимания того, как используются существующие символы, какие черты дизайна и взаимодействия между устройствами и символами улучшают или препятствуют работе, и при каких условиях или сценариях наиболее важны некоторые типы символов. Факторы, влияющие на пользовательский опыт, могут изменяться в зависимости от индивидуальных потребностей и постоянно меняющегося диапазона возможностей устройства (Baus, Cheverst and Kray 2005, Meng 2005).

Символы карты были классифицированы несколькими способами, и существует широкий спектр терминологии, используемой для обсуждения символов карты в литературе. Для создания согласованности в исследовании, в данной работе будет использоваться терминология описана MacEachren (1995). Она связана с тремя категориями позиционных символов: графических, ассоциативных и геометрических.

В производстве многих мобильных устройств используют сенсорные дисплеи, поэтому важно учитывать это при проектировании символов. Моррисон и Форрест (1995г.) провели одно из самых ранних исследований по оценке

графических символов на сенсорных устройствах в контексте туристических карт. Их работа подчеркивает необходимость рассмотрения дизайна не только с точки зрения переменных, влияющих на отдельные символы (например, размер и оттенок), но также и семантические отношения между несколькими символами. Их результаты показывают, что для многих символов размер не влияет на точность визуального поиска, но может значительно повлиять на скорость поиска символов. Эта связь зависит от семантического контекста, предложенного другими символами на карте. Символ телефона, может быть истолкован как местоположение таксофона при использовании на туристических картах, в то время, как тот же символ может быть истолкован как вызов помощи, если близлежащие символы отражают первую помощь и медицинскую помощь. Другими словами, то, как пользователи интерпретируют символ зависит, как от контекста соседних символов, так и от собственного дизайна символа.

Помимо семантического контекста, дизайн соседних символов также может влиять на эффективность отдельных символов, влияя на общую значимость конкретного символа. Кuo-Chen (2008) относится к этому как к контрасту сложности, и это сильно влияет на время, необходимое для идентификации символов. Логика проектирования предполагает, что ассоциативные символы, простые монохромные графические символы, которые обычно являются частью рекомендаций, совместимых со стандартами, не так сильно зависят от изменений масштаба, как реалистичные, разноцветные, эскизные или трехмерные графические символы (Elias and Paelke, 2008). Это ограничение важно учитывать для символов карты в целом, особенно важно для мобильных устройств с ограниченным пространством экрана. Такое ограничение предполагает использование простых абстрактных символов (Lee, Forlizzi и Hudson 2008).

Хотя интерпретация абстрактных символов в меньшей степени зависит от изменения размера символа, абстрактные символы (в частности, геометрические символы) подвергаются ошибочной идентификации, поскольку взаи-

мосвязь между символом и тем, что он обозначает, часто произвольна. Таким образом, существует компромисс между ограничением экрана, размещением абстрактных символов и сохранением смысловой ясности.

Дизайн символов для мобильных устройств требует полного понимания того, как используются существующие символы, какие черты дизайна и взаимодействия между устройствами и символами улучшают или препятствуют работе, и при каких условиях или сценариях наиболее важны некоторые типы символов. Факторы, влияющие на пользовательский опыт, могут изменяться в зависимости от индивидуальных потребностей и постоянно меняющегося диапазона возможностей устройства (Baus, Cheverst and Kray 2005, Meng 2005).

Наравне с этими утверждениями, Apple просит дизайнеров мобильных приложений «принять простоту» (Guide 2011, стр. 152-153). Руководящие принципы проектирования интерфейса, предоставленные Apple, содержат особые требования к размеру и качеству иконок, чтобы гарантировать, что проекты эффективны визуально и тактически. Требования вытекают из ограничений на способность пользователя видеть символ и способность устройства распознавать кончик пальца пользователя при касании. Подобные рекомендации приводятся в руководстве по проектированию интерфейса от Google, в котором снова повторяется необходимость избегать сложных, очень подробных и реалистичных значков (2011). Кроме того, необходимо помнить о том, что дизайнеры рассматривают дизайн иконок в полном контексте других элементов интерфейса и цели, для которых они будут использоваться.

Положение и формы иконки на абстрактно-живописном рисунке карты
Форма рамки, окружающей иконку, является важным соображением. Форма рамки определяет, сколько места существует для значка, и, таким образом, фактический размер интерпретируемого значка зависит от общей формы рамки и толщины границы (рис.1, справа). Как правило, символы с квадратными рамками (или закругленными прямоугольниками, как показано на рис.1)

предоставляют больше внутреннего пространства, чтобы максимизировать размер значка, что полезно в задачах визуального поиска (Morrison и Forrest 1995г.). Кроме того, дополнительное пространство вокруг значка, может быть использовано для других сигналов, таких как указание интерактивности.

1. Хорошо продуманные символы должны использовать контрастные отношения «фигура-земля» или основываться на цветах, которые имеют установленные значения, и иметь высокую контрастность с картой. Поскольку большинство векторных базовых карт по умолчанию имеют светлый цвет, это предполагает, что символы для таких карт должны максимизировать объект.
2. Ассоциативные символы с сильными семантическими связями могут быть идентифицированы быстрее на меньших экранах, чем те, которые являются произвольными и геометрическими, основанными на эскизе или на трехмерном представлении объекта. Однако повышение уровня абстракции может препятствовать точности понимания символов, и даже легко идентифицируемые символы могут быть неправильно считаны, если их цель неоднозначна (например, телефонный символ в исследовании Моррисона и Форреста (1995)). Таким образом, важно сбалансировать скорость, с которой пользователи идентифицируют семантически сильные графические символы, и точность расположения простых абстрактных символов.
3. Символы должны быть меньше при отображении в больших количествах. Пока сохраняется поверхность рисунка карты - символы остаются осязаемыми (для символов, требующих интерактивности, например обозначение вершин).
4. Символы, предназначенные для одновременного использования, должны быть одинаковыми по сложности, чтобы избежать большого контраста в построении символов, за исключением случаев, когда требуется большее значение для конкретных символов (например, символ больницы). Высокий контраст сложности между обычными символами и теми, которые считаются важными, тогда был бы предпочтительнее (например, символ больницы,

тактильного взаимодействия, он должен быть достаточно большим, чтобы его коснулся кончиком пальца. Это усложняет задачу организации интерфейса у небольших экранов.

2. Цель приложения должна влиять на метод взаимодействия. Символы, используемые вместе с другими задачами, которые когнитивно взаимодействуют (например, вождение), требуют минимального взаимодействия. Если требуется взаимодействие, оно должно быть в виде жестов или разговорных команд.
3. Символы, с которыми можно взаимодействовать, должны визуально отличаться от символов, которые статичны. Как это достигается, будет зависеть от других переменных, используемых в дизайне символов. Жирный фрейм может предупредить пользователя о том, что символ является элементом навигации, и его можно щелкнуть для получения дополнительной информации.

Положение и формы иконки на абстрактно-живописном рисунке карты
Форма рамки, окружающей иконку, является важным соображением. Форма рамки определяет, сколько места существует для значка, и, таким образом, фактический размер интерпретируемого значка зависит от общей формы рамки и толщины границы (рис.1). Как правило, символы с квадратными рамками (или закругленными прямоугольниками, как показано на рис.1) предоставляют больше внутреннего пространства, чтобы максимизировать размер значка, что полезно в задачах визуального поиска (Morrison и Forrest 1995г.). Кроме того, дополнительное пространство вокруг значка, может быть использовано для других сигналов, таких как указание интерактивности.

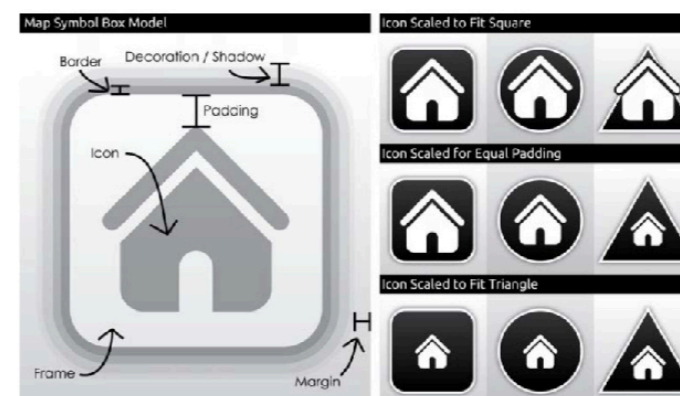


Рис. Модель построения символов карты (слева) и пример создания связи размеров символов с помощью элемента заполнения(справа).

При гармоничном общении все элементы должны хорошо работать вместе и дополнять друг друга (Tyner 2010). Гармония играет важную роль в оценке общего внешнего вида мобильных карт (Nivala & Sarjakoski, 2005). Согласно Tyner (2010), баланс, ясность и контрастность важны для эффективного проектирования карт. Состав карты должен быть сбалансированным. Ясность карты в основном достигается за счет контраста, который может быть создан с помощью противоположностей, таких как темнота и свет. Визуальный беспорядок следует избегать. МакЭахрен (MacEachren, 1995) заявляет, что необходимо различать различия между несущественными и значимыми визуальными элементами, чтобы уделить внимание конкретным деталям. Цвет полезен в контексте локализации и поиска информации (Van Laar 2001) и для группировки элементов (Lidwell 2003). Кригье и Вуд (Krygier and Wood, 2011) отмечают, что цвета должны быть более интенсивными из-за различных условий освещения в контекстах использования мобильных карт.

Эффективный дизайн веб-карт основан на всех обозначенных принципах визуализации, дизайна интерфейса и дизайна карт. Разработчикам веб-карт необходимо установить баланс между информацией, гармоничными и совместимыми картами и интерфейсом, возможностями, скоростью и удобством использования. Поскольку Интернет является относительно молодой средой для распространения карт, а веб-технологии и возникающие в результате возможности меняются быстрыми темпами, пока не существует много признанных принципов дизайна, которые специально рассматриваются на веб-картах.

Джудит Тюнер утверждает, что между картой и интерфейсом должна быть обеспечена цветовая гармония. Цветопередача не согласуется с монитором для просмотра из-за разных типов мониторов, различных настроек (яркость,

контрастность, насыщенность и т. Д.) И окружающего освещения. Для экран-ных карт следует использовать более крупные цветовые контрасты, чем для бумажных карт, и / или количество классов в тематических картах должно быть уменьшено, чтобы сделать их хорошо различимыми.

Jenny et al. (2008). Он предложил несколько принципов по разработке веб-карт, которые не были до конца протестированы, но на их опыте основаны создания веб-картографических приложений в исследовательских проектах.

Среди них:

- Выбор технологии просмотра

Целесообразно разработать наиболее распространенные технологии (веб-браузеры, плагины);

- Скорость передачи

Веб-пользователи нетерпеливы, поэтому автору приложения необходимо найти компромиссы между качеством рендеринга и размером приложения;

- Пользователи с особыми потребностями

Чтобы обеспечить наилучшую доступность веб-карт, они должны быть адаптированы к потребностям пользователей (размер карты, размер символов, размер типа, сменные цветовые схемы);

- Размеры и разрешения экрана

Размер карт должен автоматически корректироваться с учетом размера и доли доступного пространства. Из-за разных размеров монитора вместо числовых следует использовать графические шкалы (Tyner, 2010);

- Разборчивость элементов карты

Упрощение должно использоваться для повышения удобочитаемости и улучшения графического отображения символов и рисунка карты;

- Размеры и расстояния подписей и символов

Низкое разрешение экрана по сравнению с бумажными картами, а также упрощение требуют большей ширины линий, больших минимальных размеров для символов точек и больших минимальных расстояний между символа-

ми;

- Обобщение

Для обеспечения хорошей читаемости экранной карты плотность информации должна быть уменьшена по сравнению с печатными картами. Кроме того, геометрия (особенно плотность точек и линий) должна быть обобщена сильнее, чем на печатных картах;

- Экранная типографика

Текстовые надписи должны быть оптически приятными и четкими. Следует использовать только шрифты, которые имеют широкую доступность в наиболее распространенных операционных системах. Обычно должен использоваться минимальный размер 12pt, за исключением того, что шрифт предназначен для отображения на экране и хорошо читается. Шрифты без засечек обычно более разборчивы на экране;

- Несовместимый цветной дисплей

Цветопередача не согласуется с монитором для просмотра из-за разных типов мониторов, различных настроек (яркость, контрастность, насыщенность и т. Д.) И окружающего освещения. Для экранных карт следует использовать более крупные цветовые контрасты, чем для бумажных карт, и / или количество классов в тематических картах должно быть уменьшено, чтобы сделать их хорошо различимыми. Turner (2010) утверждает, что между веб-картами и интерфейсом должна быть обеспечена цветовая гармония;

- Удобство использования интерфейса

Пользователи не хотят тратить много времени на изучение способов использования новых инструментов. Лучше всего использовать стандартные элементы интерфейса, которые хорошо известны из других приложений или веб-карт (например, подчеркнутые гиперссылки, кнопки, слайдеры). Что касается интерфейса, Turner (2010) советует всегда держать карту в верхней части страницы, чтобы прокрутка не требовалась.

Другая публикация, в которой обсуждаются принципы проектирования при-

ложений для веб-картографии, - это книга, озаглавленная «Взаимодействие с геопространственными технологиями» (Haklay, 2010) Skarlatidou (2010). В этой главе он приводит рекомендации из различных пользовательских исследований, которые были проведены с приложениями веб-картографии.

Эти принципы включают (Skarlatidou, 2010):

- Доступ к карте и ее функциям

Карта должна быть центральной частью интерфейса и занимать высокий процент экрана. Функции должны быть отчетливо видимыми и понятными. В некоторых случаях, с более сложными функциями, может потребоваться помощь или учебные пособия;

- Окно поиска

Функция поиска должна быть легко доступна для пользователей и занимать видное положение в интерфейсе. Алгоритм поиска должны соответствовать потребностям пользователей и требованиям;

- Размер карты

Размер карты - важный фактор, влияющий на простоту использования и эффективность работы веб-карт. Большой размер карты может облегчить пространственную ориентацию и задачи навигации, так как может отображаться большая область и больше ориентиров. Кроме того, он минимизирует количество операций масштабирования и панорамирования и, следовательно, может значительно ускорить выполнение определенных задач;

- Кнопка назад

Пользователи ожидают, что функции веб-браузера будут работать и для веб-карт. Поддержка функции браузера «назад» следует учитывать при проектировании приложений веб-картографии. Пользователям понравится дополнительный контроль над приложением, поскольку они могут отменить свои действия, и ошибочный выбор можно легко отменить;

- Визуализация и эстетика карты

Эстетика является важным фактором для пользователей и позволяет веб-картографическому приложению выделяться среди конкурентов. Принципы ви-

зуального дизайна могут помочь достичь этого графического совершенства;

- Инструменты для карт

Важно предложить инструменты, необходимые пользователям для выполнения своих задач. Инструменты должны быть легко идентифицированы и не должны заслонять карту. При использовании значков для инструментов следует выбирать популярные и высоко ассоциативные символы. Часто комбинация значков и текста работает лучше всего;

- Пользовательский интерфейс

Если приложения веб-карты являются частью большого веб-сайта, то макет и функциональность карты должны быть настроены на веб-сайт. Стандарты HCI и принципы юзабилити должны учитываться для всего веб-сайта. Объявления или анимированные баннеры могут отвлекать пользователей, особенно если они расположены близко к картам. Таким образом, принципы дизайна и рекомендации требуют тщательного размещения такого контента. Файлы справки и документации должны отражать пользовательские задачи и назначение приложения.

Общие рекомендации по визуализации для тач-интерфейсов.

Мобильные устройства с сенсорным экраном дают несколько базовых рекомендаций и правил.

1. Особенности прикосновения

Из рекомендаций специалиста по проектированию взаимодействий Джоша Кларка (Josh Clark) относительно разработки интерфейсов для сенсорных мобильных устройств я выделила несколько правил:

Правило большого пальца

Используя, мобильный телефон, мы преимущественно орудуем большим пальцем. Таким образом, при разработке интерфейса для телефона необходимо подстраиваться под большой палец пользователя.

Без напряжения можно работать только с третьей частью экрана - его нижней частью со стороны, противоположной большому пальцу. (Если же телефон

в правой руке, то большой палец окажется над левым нижним углом экрана)

Именно в этой зоне следует располагать основные элементы сенсорного интерфейса. В интерфейсах мобильных устройств панели инструментов и навигационные элементы обычно располагаются внизу экрана. Правило большого пальца работает вне зависимости от того, в какой руке пользователь держит устройство, и позволяет выстроить эффективную визуальную иерархию элементов интерфейса. Наиболее часто используемые кнопки следует размещать внизу экрана, где пользователю будет удобно их нажимать.

2. Размеры элементов

Манера пользователей держать устройство определяет расположение элементов управления, размер пальцев пользователей, в свою очередь, определяет размер этих элементов. Элементы сенсорных интерфейсов должны быть достаточно большими для того, чтобы пользователь не промахнулся и мог попасть по ним.

По рекомендации Apple размер элементов сенсорного интерфейса должен составлять как минимум 44 точки (что равняется четверти дюйма или 7 мм) Чем ближе расположены кнопки, тем больше они должны быть.

Поэтому эффективность интерфейсов для устройств с небольшими экранами обеспечивается крупными элементами интерфейса и достаточным количеством пространства между ними.

3. Верное расположение

При расположении элементов интерфейса внизу, руки не перекрывают отображаемый контент. Чтобы контент разрабатываемого приложения был в зоне видимости, размещать его над элементами управления.

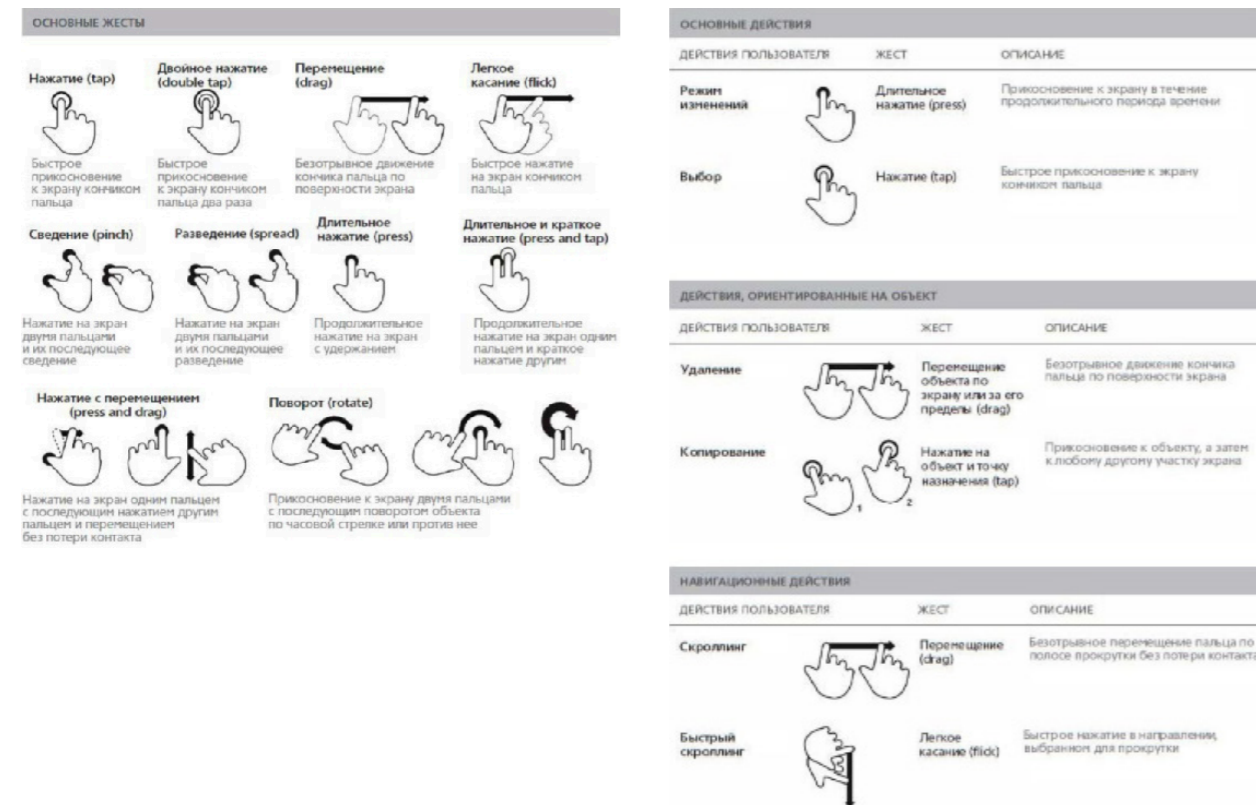
4. Контент

Максимально использовать потенциал работы с сенсорным интерфейсом на интуитивном уровне, сократив до минимума всё.

5. Жесты

Одна из знаковых особенностей современных сенсорных интерфейсов — возможность использовать жесты.

Например, две руки: карты, где для зума используется жест «хватания» всеми пальцами. Но возникает ситуация использования только одной руки, поэтому функцию следует дублировать кнопками.)



Вторая глава «Эмпирическое исследование принципов логической и графической организации геоинформационных систем (анализ аналогов)»

Для исследования были выбраны существующие геоинформационные мобильные системы. Яндекс.карты, Google Maps, 2GIS, Maps.Me, Gaia.

В мобильных приложениях, например в «2GIS и Mapsmе», существует возможность отключать GPS и GPRSканалы и работать в данном приложении автономно. Приложение позволяет отобразить нужную нам информацию, оптимальный маршрут.

Рассмотрим подробнее картографические и справочные приложения, а именно:

- 1) Яндекс.Карты.
- 2) Google maps
- 3) 2GIS.
- 4) Mapsmе

В [Таб. 1] представлено сравнение логической организация и программных возможностей приложений

	Яндекс.Карты 	Google Maps 	2ГИС 	Maps.Me 
Покрытие	Карта всего мира наиболее проработаны карты России, Украины, Белоруссии и Казахстана, Европы и Северной Америки	Карта всего мира хорошо прорисованы только наиболее крупные города Северной Америки, Европы, России и др.	Россия и несколько городов в 9 странах (всего около 350 городов)	Векторная карта всего мира Отдельное скачивание
Подключение	Полная информация доступна только с подключением к сети. Режим работы оффлайн с помощью GPS.	Полная информация доступна только с подключением к сети. Режим работы оффлайн с помощью GPS.	Полноценная производительность в режим работы оффлайн с помощью GPS	Режим офф-лайн
Детализация карт, качество прорисовки	Очень хорошая детализация в России, достаточная в других странах	Средний уровень детализации. Много объектов отсутствует. Объекты хорошо видны только при сильном приближении.	Очень хорошая детализация в городах присутствия	Подробная схема Высокая детализация, включая деревни, поселки и даже грунтовые дороги в глухих районах;
Возможности навигации	Построение нескольких вариантов маршрута на автомобиле (с учетом пробок), общественным транспортом, пешком. Расчёт предположительного времени в пути.	Построение нескольких вариантов маршрута на автомобиле (с учетом пробок), общественным транспортом, пешком, на велосипеде и самолетом. Расчёт предположительного времени в пути.	Построение нескольких маршрутов на автомобиле, общественном транспорте, пешком с расчётом времени на путь	Построение нескольких вариантов пеших маршрутов, так же на автомобиле, велосипеде Расчёт предположительного времени в пути. При изменении направления движения оффлайн-навигатор Maps.Me прокладывает новый маршрут автоматически Требуется время для построения маршрута - Не адекватно оценивает скорость
Режимы отображения карты	Схема Спутник Гибрид панорамы некоторых городов	Схема Спутник панорамы отдельных городов	Схема	Схема
Элементы интерфейса	Элементы для перетягивания карты, увеличения выделенной области, измерения расстояний Элемент изменения масштаба Переключатель типа карты Масштабная линейка	Масштабирование карты Выбор типа карты Элемент управления Street View Элемент управления Rotate для наклона и вращения Элемент перехода в полноэкранный	Управление Масштаб Линейка Отображение слоя пробок Кнопка полноэкранного отображения карты Определение месторасположения пользователя	Оффлайн поиск по названию, улице, категории, координатам; Закладки, на заинтересовавшие места с возможности их импорта/экспорта. Поддержка трэков в виде KML/KMZ

	Обзорная карта Поиск по карте Пробки Редактор маршрута Пользовательские элементы управления	режим Построение маршрутов Пользоват. элементы управления		файлов; Возможность отправить метку с местом на карте по электронной почте или в sms-сообщении; Автоматический поворот карты, в зависимости от направления движения.
Особенности	Предоставляют детальные схемы большинства городов и стран мира, содержат справочную информацию об организациях в городе, средства для построения маршрутов на машине и общественным транспортом с учетом пробок.	Три основные части Google Maps — это непосредственно сами карты, снимки со спутника и Google Street View. Карты от Google также предоставляют возможности для использования своих карт в сторонних сервисах. Используя Google Maps API, можно поместить любую карту из Google Maps на внешнем сайте, управляя этой картой через JavaScript API.	Включающий в себя карты, навигатор и справочник с подробной информацией об организациях в каждом городе — начиная от названия и контактов, заканчивая временем работы и способами оплаты услуг. Среди других сервисов 2ГИС отличается хорошей детализацией карт и полнотой данных.	Отсутствие необходимости подключения к интернету, соответственно карты можно использовать даже там где нет мобильной связи; Широкая география, включающая 345 стран и островов; Высокая скорость работы (разработчик утверждает, что это самые быстрые оффлайн-карты.)
ИТОГ	Отличное изображения географии и организаций по всей стране. Наличие «Народная карта», «Панорамы улиц», присутствует голосовой ввод.	Удобное функционирование маршрутов, панорамный вывод улиц, голосовой ввод	Углубленная информация по детализации карт в городах, а так же присутствие актуальной информации по организациям	Подробная информация о загородных областях, углубленная детализация карт для туристов

Структура

В [Таб. 1] рассмотрены функциональные особенности, логико-смысловая организация экранов мобильных приложений.

Приложение Яндекс.Карты предоставляют детальные схемы большинства городов и стран мира, содержат справочную информацию об организациях в городе, средства для построения маршрутов на машине и общественным транспортом с учетом пробок.

Google.Maps отличается структурой.

Состоит из трех основных частей Google Maps — это непосредственно сами карты, снимки со спутника и Google Street View.

Карты от Google также предоставляют функциональные возможности для использования своих карт в сторонних сервисах. Используя Google Maps API, можно поместить любую карту из Google Maps на внешнем сайте, управляя этой картой через JavaScript API.

2 GIS включает в себя карты, навигатор и справочник с подробной информацией об организациях в каждом городе — начиная от названия и контактов, заканчивая временем работы и способами оплаты услуг.

Приложение Mapsme, стоит считать оптимальным и наиболее подходящим для проектирования структуры ГИС приложения.

Загрузка карты подразумевает возможность доступа к карте без подключения.

В следующем пункте есть возможность в свободном режиме просматривать и редактировать карту, при этом при выборе какого-либо объекта, выведется информация, связанная с данным объектом.

В Mapsme также есть возможность построить маршрут от точки «А» до точки «Б», при этом отобразится наиболее короткий маршрут, с учётом дорог, масштабирования карты.

Возможности данного приложения позволяют решить проблемы ориентирования, давать ответы на информационные запросы по деятельности и обслуживанию объектов, также позволяет строить маршруты между объектами.

Сценарии взаимодействия

В [Таб. 1] выделены основные сценарии взаимодействия ГИС приложений.

Сценарии взаимодействия Яндекс.Карты:

- 1 Карта для свободного обзора
- 2 Возможность установки отметки или объекта
- 3 Построение маршрута
- 4 Настройки
- 5.Сервис Народная карта
6. Яндекс.Панорамы

Сценарии взаимодействия Google.Maps:

- 1 Карта для свободного обзора
- 2 Поиск объекта
- 3 Построение маршрута
- 4 Настройки
5. Google Streetview

Сценарии взаимодействия Mapsme:

- 1 Загрузка карты offline
- 2 Карта для свободного обзора и редактирования
- 3 Построение маршрута
- 4 Настройки

Сценарии взаимодействия 2 GIS:

- 1 Просмотр карты offline

- 2 Карта для свободного обзора и редактирования
- 3 Построение маршрута
- 4 Настройки
5. Выбор слоя отображения карт

Помимо вопросов, связанных с возможностями приложений, для обеспечения оптимального взаимодействия пользователя с системой необходимо уделять внимание разработке визуальной организации геоинформационной системы в целом, а так же ее интерфейса.

Навигация и интерфейс

В [Таб. 2] выделены элементы интерфейса и организации навигации

Визуализация

В [Таб. 2] подробно рассмотрены подходы к визуализации и систематизации элементов навигации и интерфейса мобильных гео систем. Целью исследования подходов стало выявление композиционных закономерностей в графической организации приложения и элементах интерфейса.

С помощью композиционных средств графическая организация влияет на эффективность поддержки целей, определенных на каждом этапе проектирования, и за целостность всей структуры системы. На визуализацию ложится основная задача системы по удовлетворению пользователя, созданию комфортных для него условий взаимодействия.

Принцип доминанты предполагает наличие логического центра, в случае ГИС - карты; принцип группировки - организация элементов по группам; принцип гармонии - согласованности всех элементов.

Композиционные закономерности, зависят от композиционных средств, разделяются на три группы: онтологические средства (формы и элементы), средства гармонизации (отношения между элементами) и тектоника (логически выстроенная связь между элементами).

Третья глава «Дизайн-проект геоинформационной системы для Красной Поляны»

В третьей главе на основе данного исследования создана логическая и графическая структура ГИС приложения. Выявлены принципы визуальной организации информации и взаимодействия в проектировании приложения. Разработаны рекомендации по проектированию ГИС приложений.

Исследование аудитории и цели проектирования

В центре внимания исследования пользователей на этапе требований - сбор информации о пользователе (знания, навыки, опыт и демографические характеристики), цели / задачи пользователя, требования пользователя и контекст использования (ситуации использования, устройства). Данные собраны непосредственно от пользователя ГИС.

Целевая аудитория разбита на две категории. Спортсмены профессионалы: лыжники, сноубордисты, альпинисты которые хотят отслеживать определенные статистические данные или наблюдать за прогрессом, с помощью сбора информации, такой как высота, скорость и положение GPS.

Активный любитель, который хочет отслеживать свой маршрут, ориентироваться на местности и получать необходимые информационные данные и быть на связи с МЧС.

Концепция приложения

В настоящее время не существует отдельного ГИС приложения для туристов (Красной поляны), которое давало бы доступ к детальной информации для ориентирования на определенной местности, возможности связи с МЧС.

Геоинформация для путешественника очень важна, но подача информации не систематизирована. Нет возможности быстрого поиска нужного маршрута, отсутствует взаимодействие с первой помощью, нет важной информации об объектах.

Решением данных проблем является создание локальной геоинформационной системы, которая совмещает в себе навигационное мобильное приложение и рекламно-информационный веб-сайт.

Мобильное приложение направлено на использование в экстремальных горных условиях (зимой и летом), а так же для подготовки горных походов. Сайт направлен на привлечение спортсменов к российским туристическим маршрутам.

Принципы логической организации:

1. Принцип ориентированности на пользователя

Основным содержанием принципа является ориентация на пользователя, то есть в первую очередь необходимо узнать, что хочет пользователь получить от проектируемого интерфейса. В процессе проектирования полученные требования реализуются в продукте. При сборе информации используются методы наблюдения за работой пользователя, проводятся интервью.

2. Принцип эргономичности (Usability)

Приложение должно взаимодействовать с пользователем, в обратном направлении. Его необходимо адаптировать к различным вариантам использования (например, к навигации в лесу или вождению).

Создание пользовательского интерфейса для разных размеров экрана.

Возможность регулирования параметров энергосбережения пользователем, чтобы удлинить время автономной работы устройства.

3. Принцип легкости ввода информации

Сокращение усилий, прилагаемых пользователем для взаимодействия с приложением, достигается использованием контекстных инструментов.

Мгновенная реакция системы

4. Принцип сбережения энергии

Минимизировать загрузку оперативной памяти устройства. Основные функциональные возможности приложения (например, навигация по маршруту, масштабирование, панорамирование) должны быть легко доступный.

5. Принцип соответствия стандартам картографии

Следование стандартизациям платформы при проектировании пользовательского интерфейса. Последовательность в использовании жестов взаимодействия, элементов навигации, элементов пользовательского интерфейса и функциональных возможностей приложения. Использование понятных, обще известных символов карты.

Принципы графической организации:

1. Принцип единства

Визуальная организация страниц приложения (множества и каждой в отдельности) характеризуется цельностью, в организации наблюдается соподчинение элементов; присутствует доминанта, группировка, равновесие, динамизм. Элементы связаны между собой средствами гармонизации.

Единство помогает выстроить эффективную визуальную коммуникацию

2. Принцип уникальности

Уникальность заключается в создании впечатления, выраженного эстетикой приложения.

Эстетика является важным фактором для пользователей и позволяет мобильному приложению выделяться среди конкурентов.

Дизайн служит не только эстетическому восприятию и созданию впечатления, он является структурирующим и идентифицирующим средством.

Например система цвета, может напрямую зависеть от образа или метафоры.

3. Принцип тектоничности

Логическая структура приложения выражается в его визуальной организации; Визуальные средства усиливают логические связи; делают наглядным организацию информации.

4. Принцип символичности

В визуализации географической информации используются общепринятые символы и кодирующие цвета.

Создание контраста между визуальными элементами, или сбалансирование информационных цветов (карта: леса зеленые и т. д., пользовательский интерфейс: сигналы тревоги красные).

Направлять взгляд пользователей на важные визуальные элементы.

«Принять простоту», чтобы гарантировать, что система эффективна визуально и тактически.

5. Принцип обособления элементов

Для обеспечения хорошей считываемости информации, плотность элементов интерфейса может быть уменьшена, а пространство между ними увеличится.

6. Принцип соответствия стандартам картографии

Следование стандартизациям платформы при проектировании пользовательского интерфейса. Последовательность в использовании жестов взаимодействия, элементов навигации, элементов пользовательского интерфейса и функциональных возможностей приложения. Использование понятных, обще известных символов карты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джесс Гарретт, The Elements of User Experience: User-Centered Design for the Web Джесс Гарретт /Символ-Плюс /Библиотека дизайнера/ 2008 г.
2. Зырянова Анна Александровна. Композиция мультимедийной презентации;.- Санкт-Петербург, 2011.- 23 с.
3. Норман Д. Дизайн привычных вещей. – Вильямс, 2006. – 384 с.
4. User-Centered Design: The Fable of the User-Centered Designer David Travis <https://www.userfocus.co.uk/fable/>
5. Apple Inc., 2012. iOS 6 - Maps. [Online] Available at: <http://www.apple.com/ios/whats-new/#maps> [Accessed 23 September 2012].
6. Nielsen, J., 2000. Designing web usability. New Riders Publishing, USA. www.nngroup.com
7. HCI Bibliography: Human-Computer Interaction Resources (<http://hcibib.org>)
8. Bangor, A., Kortum, P.T. & Miller, J.T., 2008. An Empirical Evaluation of the System Usability Scale. International Journal of Human-Computer Interaction, pp.574-94.
9. Black, M.A. & Cartwright, W.E., 2005. Web cartography & Web-enabled geographic information systems (GIS) - New possibilities, new challenges. In Proceedings of the 22nd International Cartographic Conference. A Coruna, Spain, 2005. International Cartographic Association.
10. Burghardt, D. & Wirth, K., 2011. Comparison of evaluation methods for field-based usability studies of mobile map applications. In Proceedings of the 25th International Cartographic Conference. Paris, 2011. International Cartographic Association.
11. Gartner, G., 2009. Applying Web Mapping 2.0 to Cartographic Heritage. e-Perimtron, pp.234-39. http://www.e-perimtron.org/Vol_4_4/Gartner.pdf.
12. Gartner, G., 2011. Neocartography: WebMapping 2.0. In Tagungsband 16. Internationale Geodätische Woche. Obergurgl, 2011.
13. Google Inc., 2010. Google Mobile - Google Maps für Handys. [Online] Available at: <http://www.google.com/mobile/maps/> [Accessed 3 September 2012].
14. Mullet, K. & Sano, D., 1995. Designing visual interfaces: communication oriented techniques. Mountain View, California: Prentice Hall.
15. Nielsen, J., 1989. Usability engineering at a discount. In G. Salvendy & M.J. Smith, eds. Designing and using human-computer interfaces and knowledge based systems. Amsterdam: Elsevier. pp.394-401.
16. Nielsen, J., 1992. The Usability Engineering Life Cycle. IEEE, March. pp.12-22.
17. Nielsen, J., 1993. Usability Engineering. San Diego, California: Academic Press.
18. Nielsen, J., 1997. Search usability - Search and You May Find. [Online] Available at: <http://www.useit.com/alertbox/9707b.html> [Accessed 4 August 2011].
19. Nielsen, J., 1999. Designing web usability: The practice of simplicity. Indianapolis: New Riders Publishing.
20. Nielsen, J., 2003a. Usability 101: Introduction to Usability. [Online] Available at: <http://www.useit.com/alertbox/> [Accessed 22 July 2011].
21. Nielsen, J., 2003b. Paper Prototyping: Getting User Data Before You Code. [Online] Available at: <http://www.useit.com/alertbox/20030414.html> [Accessed 17 July 2012].
22. Nielsen, J., 2004. Risks of Quantitative Studies. [Online] Available at: <http://www.useit.com/alertbox/20040301.html> [Accessed 6 August 2012].
23. Nielsen, J., 2005a. Heuristic Evaluation. [Online] Available at: <http://www.useit.com/papers/heuristic/> [Accessed 17 August 2011].
24. Nielsen, J., 2005b. useit.com - Ten Usability Heuristics. [Online] Available at: http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html [Accessed 21 July 2011].
25. Nielsen, J., 2006. Quantitative Studies: How Many Users to Test? [Online] Available at: http://www.useit.com/alertbox/quantitative_testing.html [Accessed 7 August 2012].
26. Nielsen, J., 2007. Fast, Cheap, and Good: Yes, You Can Have It All. [Online] Available at: <http://www.useit.com/alertbox/fast-methods.html> [Accessed 2 January 2012].
27. Nielsen, J. & Landauer, T.K., 1993. A mathematical model of the finding of usability problems. In Proceedings of the ACM INTERCHI '93 Conference. Amsterdam, 1993. ACM.
28. Brewer, C.A., MacEachren, A.M., Pickle, L.W. & Hermann, D., 1997. Mapping Mortality: Evaluating Color Schemes for Choropleth Maps. Annals of the Association of American Geographers, pp.411-38
29. Mayhew, D.J., 1992. Principles and Guidelines in Software User Interface Design. New Jersey: Prentice Hall.
30. Shneiderman, B., 1998. Designing the User Interface - Strategies for Effective Human-Computer Interaction. 3rd ed. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley
31. Galitz, W.O., 2002. The essential guide to user interface design. An introduction to GUI design principles and techniques. 2nd ed. New York: Wiley.
32. Cooper, A., Reimann, R. & Cronin, D., 2007. About Face 3 - The Essentials of

Interaction Design. Indianapolis: Wiley Publishing.

33. Goodwin, K., 2009. *Designing for the Digital Age: How to Create Human-Centered Products and Services*. Indianapolis: John Wiley & Sons.

34. Lidwell, W., Holden, K. & Butler, J., 2003. *Universal Principles of Design*. Beverly, Massachusetts: Rockport Publishers

35. Tyner, J.A., 2010. *Principles of Map Design*. New York: The Guilford Press.

36. Schobesberger D. (2011) *User-Centred Design of a Web-Based Cartographic Information System for Cultural History*. In: Kriz K., Cartwright W., Hurni L. (eds) *Mapping Different Geographies*. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Springer, Berlin, Heidelberg

37. Nivala, A.-M., 2005, *User-centred Design in the Development of a Mobile Map Application*. Licentiate Thesis. Helsinki University of Technology, Department of Computer Science and Engineering,

38. Rutter, J.P., 2004. *Web 2004 Materials - Heuristic evaluation*. [Online] Available at: www.psu.edu/webconference/Web2004/Materials/Heuristic.pdf [Accessed 11 August 2012].

39. Krug, S., 2006. *Don't Make Me Think! A Common Sense Approach to Web Usability*. 2nd ed. Berkeley: New Riders.

40. Herrod, L., 2007. *Usability heuristics for web development teams*. [Online] Available at: <http://www.sitepoint.com/usability-heuristics-for-web-development-teams/> [Accessed 13 August 2012].

41. Nivala, A.-M., 2007. *User-Centred Design in the Development of a Mobile Map Application - Licentiate Thesis*. Helsinki: Helsinki University of Technology.

42. Nivala, A.-M., Brewster, S. & Sarjakoski, L.T., 2008. *Usability Evaluation of Web Mapping Sites*. *The Cartographic Journal*, pp.129-38.

43. Nivala, A.-M., Sarjakoski, L.T., Jakobsson, A. & Kaasinen, E., 2003. *Usability Evaluation of Topographic Maps in Mobile Devices*. In *Proceedings of the 21st International Cartographic Conference*. Durban, 2003. International Cartographic Association. March, S.T. & Smith, G.F., 1995. *Design and natural science research on information technology*. *Decision Support Systems*, pp.251-66.

44. Marsh, S.L., 2007. *Using and Evaluating HCI Techniques in Geovisualization: Applying Standard and Adapted Methods in Research and Education*. PhD thesis. London: City University.

45. Marsh, S.L., Dykes, J. & Attilakou, F., 2006. *Evaluating a Geovisualization Prototype with two Approaches: Remote Instructional vs. Face-to-Face Exploratory*. In *Proceedings of the Information Visualization (IV'06)*, 2006. IEEE Computer Society.

46. Haklay, M., 2006. *The need for Usability Engineering for GIS*. *ACM-GIS*, 1-2. p.7.

47. Haklay, M., ed., 2010. *Interacting with Geospatial Technologies*. London: John Wiley & Sons Ltd.

48. Haklay, M., Singleton, A. & Parker, C., 2008. *Web Mapping 2.0: The Neogeography of the GeoWeb*. *Geography Compass*, pp.2011-39.

49. Haklay, M. & Skarlatidou, A., 2010. *Human-computer interaction and geospatial technologies - context*. In M. Haklay, ed. *Interacting with Geospatial Technologies*. Chichester, Oxford, Hoboken: Wiley-Blackwell. pp.3-18.

50. Haklay, M. & Tobon, C., 2003. *Usability Evaluation and PPGIS: Towards a User-Centred Design Approach*. *International Journal of Geographical Information Science (IJGIS)*, pp.577-92.

51. Haklay, M. & Zafiri, A., 2008. *Usability Engineering for GIS: Learning from a Screenshot*. *The Cartographic Journal*, pp.87-97

52. Robinson, A.H., 1952. *The Look of Maps*. Madison: University of Wisconsin Press.

53. Robinson, A., 2011. *Challenges and Opportunities for Web-based Evaluation of the Use of Spatial Technologies*. In *Proceedings of the 25th International Cartographic Conference*. Paris, 2011. International Cartographic Association.

54. Robinson, A.H. & Petchenik, B.B., 1975. *The Map as a Communication System*. *The Cartographic Journal*, pp.7-15.

55. Nivala, A.M.; Brewster, S.; Sarjakoski, L.T. *Usability evaluation of web mapping sites*. *Cartogr. J.* 2008, 45, 129–138.