

Е.С. Утробина¹, И.П. Кокорина², Л.К. Радченко³, Т.С. Молокина⁴

РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИЙ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ НА МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена вопросу расширения функций картографических изображений для передачи геопространственной информации с использованием мобильных устройств. В ней рассмотрены функции мобильных картографических приложений. На основе классификации основных видов восприятия проведено исследование по соотнесению воспринимаемой пользователем геопространственной информации со средствами её передачи. Поскольку современные мобильные технологии позволяют получать картографическую информацию с помощью зрительного, слухового, осязательного восприятия, а также дают возможность ощущения пространства, движения и времени, то карта в совокупности с этими видами восприятия становится более интуитивно понятной.

Актуальным в визуализации картографического изображения на экране мобильного устройства является вопрос исследования пользовательского интерфейса и отображения содержания карты на разных масштабных уровнях. В связи с этим обобщены требования к интерфейсам, сформулированы и представлены принципы, необходимые для разработки интерфейса картографических приложений, в основе которых заложено условие: «условный знак — элемент интерфейса». Предлагаемые принципы можно подразделить на три группы:

- принципы, определяющие общие вопросы построения интерфейса мобильных картографических приложений, их структуры в целом и взаимодействия с пользователем;
- принципы, определяющие дизайн интерфейса мобильных картографических приложений;
- принципы, определяющие разработку мобильных картографических приложений с учётом особенностей их использования и новых технических возможностей.

На примере поуровневого составления элементов навигационных карт сделан вывод о соответствии отображения пространственной информации на мобильном устройстве восприятию действительности пользователем. Обобщены особенности визуализации картографического изображения в мобильных устройствах, такие как интуитивная читаемость, адаптивность карты, генерализация по фактору движения, мультимасштабность и мультимедийность.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: картографическое изображение, геопространственная информация, восприятие изображения, принципы разработки интерфейса, мобильное устройство

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, ул. Плахотного, д. 10, 630108, Новосибирск, Россия; *e-mail*: kaf.kartography@snga.ru

² Сибирский государственный университет геосистем и технологий, ул. Плахотного, д. 10, 630108, Новосибирск, Россия; *e-mail*: kaf.kartography@snga.ru

³ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, ул. Плахотного, д. 10, 630108, Новосибирск, Россия; *e-mail*: kaf.kartography@snga.ru

⁴ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, ул. Плахотного, д. 10, 630108, Новосибирск, Россия; *e-mail*: kaf.kartography@snga.ru

Elena S. Utrobina¹, Irina P. Kokorina², Lyudmila K. Radchenko³, Tatyana S. Molokina⁴

EXTENSION OF FUNCTIONS OF CARTOGRAPHIC IMAGES FOR TRANSMISSION OF GEOSPATIAL INFORMATION ON MOBILE DEVICES

ABSTRACT

The article is devoted to the issue of expanding the functions of cartographic images for transmitting geospatial information using mobile devices. It discusses the functions of mobile mapping applications. Based on the classification of the main types of perception, a study was conducted on the correlation of user-accepted geospatial information with the means of its transmission. Since modern mobile technologies make it possible to obtain cartographic information with the help of visual, auditory, tactile perception, and also make it possible to sense space, movement and time, the map in combination with these types of perception becomes more intuitive.

Actual in the visualization of the cartographic image on the screen of the mobile device is the question of exploring the user interface and displaying the contents of the map at different scale levels. In this regard, the requirements for interfaces are generalized, the principles necessary for the development of the interface of cartographic applications are formulated and presented, based on the condition: "Conditional sign — interface element". The proposed principles can be divided into three groups: principles that define the general issues of building the interface of mobile cartographic applications, their structure as a whole and user interaction; principles governing the design of the interface of mobile cartographic applications; principles governing the development of mobile cartographic applications, taking into account the features of their use and new technical capabilities.

Using the example of level-by-level compilation of elements of navigation charts, a conclusion is drawn on the correspondence between the display of spatial information on a mobile device and the user's perception of reality. Generalized features of cartographic image visualization in mobile devices, such as: intuitive readability, map adaptability, generalization by motion factor, multiscale and multimedia.

KEYWORDS: cartographic image, geospatial information, image perception, principles of interface development, mobile device

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день смартфоны превратились в доступные продукты для широкого круга потребителей, которые используются не только в качестве средства связи, но и как оборудование для получения информации с функцией ориентирования на местности и гибкими возможностями для работы в интернете. Процесс общения и коммуникаций постепенно переходит из «голосовой» эры в «виртуальную» [Brewer, 2016]. В свою очередь, картографическое изображение из аналогового превратилось в электронно-цифровое, которое может воспроизводиться как на экране монитора компьютера, так и на экране мобильного устройства. При этом использование мобильного устройства для визуализации картографического изображения широким кругом потребителей стало очень популярным,

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Plakhotny str., 10, 630108, Novosibirsk, Russia;
e-mail: kaf.kartography@ssga.ru

² Siberian State University of Geosystems and Technologies, Plakhotny str., 10, 630108, Novosibirsk, Russia;
e-mail: kaf.kartography@ssga.ru

³ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Plakhotny str., 10, 630108, Novosibirsk, Russia;
e-mail: kaf.kartography@ssga.ru

⁴ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Plakhotny str., 10, 630108, Novosibirsk, Russia;
e-mail: kaf.kartography@ssga.ru

поскольку предоставляет возможность быстрого доступа к карте и максимальный комфорт для работы в онлайн- и офлайн-режимах. Например, чтобы проложить маршрут, определить своё местоположение, нахождение транспорта, аптек, пунктов питания и т.д., используют соответствующее картографическое приложение на мобильном устройстве [Заблоцкий, 2014].

Всё это стало возможным благодаря развитию и доступности геоинформационных систем (ГИС) для широкого круга пользователей, что позволяет отображать пространственную информацию различной тематики в сочетании с данными, предоставляемыми глобальными навигационными спутниковыми системами (ГНСС). Геоинформационные системы дали толчок к созданию картографических мобильных приложений [Kraak, Brown, 2001], которые обладают следующими функциями:

- геопозиционирование, благодаря которому можно определять своё местоположение для ориентирования по карте. Наличие автоматических фотокамер, установленных для наблюдения дорожной обстановки, а также функция геопозиционирования позволяют фиксировать различные дорожные происшествия, их местоположение и вид;
- навигация, построение маршрута и запись треков;
- поиск ближайших объектов и запрос дополнительной справочной информации на основе местоположения;
- измерение расстояний;
- формирование тематического слоя по запросу, в т.ч. в сочетании с космическим снимком, включающее также добавление необходимых данных пользователем и оперативное обновление слоя;
- работа в режиме онлайн: отображение текущей обстановки, предупреждение и оповещение МЧС, различных правовых структур и т.д. в виде оперативных карт, звуковых сигналов, текста, а также отображение погодных условий на ближайший период;
- изменение режимов визуализации: 2D, 3D объектов, панорамы, 4D (карта в процессе движения), дополненной и виртуальной реальности;
- синхронизация изменений с централизованной базой данных (в онлайн или офлайн режимах) [Утробина, Кокорина, 2019].

Ежедневно человек сталкивается с огромным количеством информации, в процессе переработки которой получает разнообразные знания. При этом, в зависимости от способностей человека, его знаний, опыта и принадлежности к определённому виду восприятия, он по-разному эту информацию усваивает. Если информация подаётся в неудобной для пользователя форме, то её восприятие будет крайне затруднительным.

Современные мобильные технологии позволяют получать картографическую информацию с помощью зрительного, слухового, осязательного восприятия, а также дают возможность ощущения пространства, движения, времени; в связи с этим вопросы восприятия картографического изображения с помощью органов чувств являются актуальными.

Воспринимаемое пользователем картографическое изображение ограничено размером экрана мобильного устройства, поэтому доступна лишь небольшая его часть. Пользователю для ориентирования приходится держать в памяти изображение предыдущего рассмотренного фрагмента, что существенно затрудняет зрительное восприятие и понимание карты.

Опираясь на результаты исследований, выявлено, что 67 % пользователей используют мобильное устройство с диагональю экрана 4–5,5 дюйма, 94 % — мобильное устройство в вертикальной ориентации, 49 % — используют мобильное устройство одной правой рукой, совершая действия только большим пальцем. Поэтому важным вопросом является то, чтобы картографическое изображение передавало содержание карты в рамках

небольшого экрана и при этом адекватно воспринималось пользователем. Также необходимо предусматривать разработку пользовательского интерфейса карты, который будет осуществлять взаимодействие с её содержанием и управлять картографическим изображением.

В связи с вышеизложенным, задачами исследования являются:

- анализ и обобщение особенностей визуализации картографического изображения и интерфейса карт на мобильных устройствах;
- анализ классификации видов восприятия информации и соотнесение воспринимаемой пользователем геопространственной информации со средствами её передачи в картографических произведениях;
- формирование принципов разработки интерфейса картографических приложений для мобильных устройств.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для решения поставленных задач применялся картографический метод исследования [Гармиз, 1990]. В качестве материалов исследования использовались картографические приложения для широкого круга потребителей различной тематики (навигационные, для охотников и рыбаков, карты городов и т.д.), по которым был выполнен анализ и обобщение представления геопространственной информации, а также проведена экспертная оценка визуализации картографического изображения на различных видах мобильных устройств.

Выполнен анализ классификации и обобщены различные виды восприятия геопространственной информации, задействованные при использовании (чтении) картографических произведений. Проведено сопоставление геопространственной информации со средствами её передачи. Проанализированы основные требования к пользовательским интерфейсам, на основании чего сформулированы основные принципы, необходимые для разработки интерфейса картографических приложений для мобильных устройств.



Рис. 1. Классификация основных видов восприятия
Fig. 1. Classification of the main types of perception

Картографическую визуализацию можно рассматривать как интерактивное конструирование виртуальных (статических, динамических) картографических изображений и их восприятие. Опираясь на современную психологическую литературу, можно выделить несколько подходов к классификации восприятия (рис. 1). В зависимости от доминирующего анализатора выделяют следующие виды восприятия: зрительное, слуховое, осязательное, кинестетическое, обонятельное и вкусовое. Основой другого подхода к классификации являются формы существования материи: пространство, время и движение. В соответствии с этой классификацией выделяют восприятие пространства,

времени и движения [Маклаков, 2001].

Понятие «восприятие» — результат взаимодействия ряда анализаторов. Различные его виды нередко комбинируются, и в результате возникают сложные виды восприятия. Необходимое условие ориентирования человека — восприятие пространства. Оно включает в себя восприятие формы, величины и взаимного расположения объектов, их текстуры, удалённости и направления, но не всегда даёт адекватное отражение предметов объективного мира, что связано со зрительными иллюзиями [Величковский и др., 1973; Яцюк, 2004]. Восприятие времени — отражение объективной длительности, скорости и последовательности явлений. Восприятие движения — отражение изменения положения объекта в пространстве. Основную роль в восприятии движения играют зрительный и кинестетический анализаторы. Параметрами движения объекта являются скорость, ускорение и направление [Маклаков, 2001].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При формировании картографического изображения акцент ставится на зрительное восприятие. При этом на некоторых картах и ранее использовались методы, передающие иллюзию пространства, такие как светотеневая пластика и перспектива [Гаврилов, 2013]. Также пространственное восприятие передают рельефные [Верещачка, Ковалёва, 2016] и анаглифические карты, трёхмерные модели и т.п.

Примером появления осязательного восприятия картографического изображения являются тактильные карты, выполненные на специальных материалах различными способами: тиснением, выдавливанием, а также с помощью тактильных красок. В настоящее время кинестетическое восприятие широко задействовано при управлении картографическими приложениями. Оно заключается в манипуляциях пользователем посредством кнопок на экране, инструментов интерфейса с помощью мыши, клавиатуры, сенсорного касания пальцами, джойстиков, пультов управления и т.д.

Поскольку восприятие является результатом взаимодействия ряда анализаторов, то в современных картографических произведениях на мобильных устройствах они работают в сочетании.

С развитием мультимедийных технологий появилась возможность передачи информации аудиально. Методы передачи информации, связанные с восприятием пространства, позволили сочетать машинно-генерируемые изображения и объекты реального мира. Это повлекло за собой создание различного рода картографических 3D моделей, сред дополненной и виртуальной реальности, которые дают возможность ощутить иллюзию пространства [Лисицкий и др., 2016].

Восприятие движения нашло своё широкое применение на навигационных картах, а восприятие времени — на анимационных.

Обонятельное и вкусовое восприятия пока не нашли своё отражение в картографических приложениях, но в перспективе мобильные устройства, возможно, смогут передавать ощущения запаха и вкуса с целью усилить восприятие и понять сущность объекта на карте, т.е. появится дополнительная одорологическая характеристика объектов местности.

Соотнесение воспринимаемой пользователем геопространственной информации со средствами ее передачи представлено в табл. 1. Виды восприятия, включённые в таблицу, взяты из представленной ранее классификации на рис. 1.

Таким образом, современные технические средства передачи геопространственной информации воздействуют на ряд анализаторов, влияющих на различные виды восприятия человека, что способствует разнообразию путей передачи воспринимаемой пользователем информации. Это даёт возможность расширить функции картографических изображений, т.е. увеличить объём информации (коммуникативная функция), а также получить новые знания о картографируемом объекте (познавательная функция) дополнительными

средствами [Берлянт, 2014]. Особенно это важно при восприятии картографического изображения на мобильном устройстве.

Табл. 1. Соотнесение воспринимаемой пользователем геопрограмственной информации со средствами её передачи

Table 1. Correlation of user-perceived geospatial information with the means of its transmission

Средства передачи геопрограмственной информации	Воспринимаемая пользователем информация
<i>Восприятие по основной модальности</i>	
<i>Зрительное восприятие</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • штриховое оформление изображения; • фоновое оформление изображения; • шрифтовое оформление изображения; • иллюстрации; • текст; • фотоизображения; • аэрокосмические фотоизображения 	<ul style="list-style-type: none"> • картографическое изображение, условные обозначения объекта или явления; • качественная или количественная характеристика объекта или явления; • название объекта или явления, пояснения; • визуализация объекта или явления; • дополнительное описание объекта или явления; • геоизображение
<i>Осязательное (кинестетическое) восприятие</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • специальные тактильные краски; • фактура материала; • тиснение; • выдавливание; • рельефно-точечный тактильный шрифт Брайля; • тактильные средства управления изображением и процессами воспроизведения информации 	<ul style="list-style-type: none"> • рельефная структура картографического изображения и условных обозначений; • описание, пояснения; • сенсорная память, интуитивное управление картой с помощью жестов и касаний
<i>Слуховое (аудиовосприятие)</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • речь диктора; • звуки природы; • техногенное звуковое сопровождение; • сигналы; • музыкальное сопровождение 	<ul style="list-style-type: none"> • пояснения, указания, описания, предупреждения, оповещения; • дополнительные характеристики; • психологическое воздействие (психоакустика)
<i>Обонятельное и вкусовое восприятие</i>	
—	<ul style="list-style-type: none"> • дополнительная одорологическая характеристика объектов местности
<i>Восприятие по форме существования материи</i>	
<i>Восприятие окружающего пространства</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • перспектива и объём; • светотеневая пластика; • цифровая модель рельефа (поверхность); • цифровая модель рельефа в сочетании с фотоизображением космического снимка; • наборы 3D объектов; • стереозффект; • блок-диаграммы; • анаглифы; • специальные устройства: дисплей, очки, шлем, перчатки и т.д.; • объезд или облёт по траектории; • indoor-навигация 	<ul style="list-style-type: none"> • перспективное представление о рельефе и элементах местности; • трёхмерные фотореалистичные геоизображения; • трёхмерное представление внутренней структуры объектов; • дополненная реальность; • виртуальная реальность; • смешанная реальность; • представление об окружающем пространстве по заданному маршруту; • ориентирование в помещении

<i>Восприятие времени (без изменения положения в пространстве)</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • датчик дневного/ ночного времени; • сезон года; • анимация (модель состояния объекта) 	<ul style="list-style-type: none"> • световая характеристика объекта (времени суток); • сезонная характеристика объекта; • изменение состояния объекта или явлений во времени (динамика)
<i>Восприятие движения (кинетическое) с изменением положения в пространстве</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • анимация (модель движения объекта); • экран навигационного приложения; • геопозиционирование 	<ul style="list-style-type: none"> • представление о перемещении объекта или явления реального мира; • изменение картографической информации в процессе движения объекта; • реальное отслеживание перемещения (себя, другого объекта или явления)

Чем больше видов сенсорной информации и их сочетаний будет воздействовать на потребителя при использовании картографических приложений, тем больше карта становится интуитивно понятной, т.е. интуитивное восприятие картографического изображения в этом случае будет основываться на базе ранее полученных знаний об окружающем мире, а также на взаимодействии совокупности средств передачи геопространственной информации, влияющих на восприятие пользователя.

Каждый из перечисленных видов восприятия пользователем требует отдельной проработки. При этом с картографической точки зрения наиболее важным из них является визуализация изображения, связанная со зрительным восприятием.

Картографическая информация, отображаемая на мобильном устройстве, с точки зрения её зрительного восприятия имеет свои особенности. При чтении с маленького экрана пользователи видят небольшую часть текста и графических образов. В мобильных картографических приложениях связующим звеном между потребителем и картографическим материалом является пользовательский интерфейс, который позволяет решать необходимые задачи и упрощать процесс извлечения и восприятия информации для потребителя. Ограничением является также скорость загрузки, обусловленная меньшей производительностью мобильного устройства, небольшим объёмом памяти и сенсорное управление [Лисицкий и др., 2012]. Поэтому важно уделять внимание не только разработке содержания карты в плане визуализации общегеографических и тематических элементов, но и её интерфейсу.

Интерфейс предназначен для практического, прагматического использования, поэтому должен быть удобен максимальному количеству пользователей [Виртуальные ..., 2015]. Кроме того, в мобильных картографических приложениях функции интерфейса выполняют условные знаки. Через них можно организовать доступ к дополнительным данным об объекте, используя манипуляции пальцами с помощью различных жестов, являющиеся альтернативой кнопок меню. В результате манипуляции появляется диалог или инструмент, с помощью которого можно выполнить определённую операцию или получить информацию об объекте [Утробина, Кокорина, 2018]. В связи с этим можно также говорить о расширении функции картографического изображения на мобильных устройствах, рассматривая условный знак как элемент интерфейса, т.е. как элемент управления картой. Следует учитывать, что картографические приложения часто используются человеком на ходу, когда взаимодействовать с большим объёмом информации сложно, поэтому важным аспектом является реализация дизайна интерфейса.

Для мобильных картографических приложений разрабатывают интерфейсы совмещённого вида: графического, где диалог осуществляется с помощью окон, кнопок, меню и т.д., и приближённого к общению в аудио-формате, где компьютер анализирует человеческую речь, отыскивая в ней ключевые фразы.

Опираясь на имеющийся опыт разработок интерфейсов [Касьянова и др., 2015], для работы с картографическими произведениями изучены и обобщены требования,

предъявляемые к интерфейсам мобильных приложений. В результате сформулированы принципы, необходимые для разработки интерфейса картографических приложений [Утробина, Кокорина, 2019], в основе которых заложено условие: «Условный знак — элемент интерфейса мобильного картографического приложения». Предлагаемые принципы можно подразделить на три группы:

1. Принципы, определяющие общие вопросы построения интерфейса мобильных картографических приложений, их структуры в целом и взаимодействия с пользователем. В эту группу входят:

- **принцип интуитивно понятного и доступного интерфейса** учитывает требования к простоте и лаконичности, оптимальному количеству вариантов выбора с учетом соблюдения баланса между минимальным и достаточным количеством команд меню. Кнопки команд на экране должны иметь интуитивно понятное графическое или текстовое обозначение, а элементы интерфейса должны быть предсказуемыми, т.е. пользователь должен понимать, как они поведут себя в случае взаимодействия;

- **принцип структурности интерфейса** определяет логичность и последовательность представления информации пользователю в удобной для него форме. При этом элементы интерфейса должны стремиться к стандартной структуре размещения, что предполагает привычное расположение функций команд интерфейса на экране мобильных устройств, а также предусматривать наличие обратных связей от системы к пользователю и возможности персонализации, т.е. настройки для работы под конкретного пользователя.

2. Принципы, определяющие дизайн интерфейса мобильных картографических приложений:

- **принцип привлекательности (эстетичности)** подразумевает учёт рационального использования законов цветоведения, психологии, композиции и восприятия изображения. Он включает в себя требования к единому стилю оформления, гармоничности, соответствию смысловому содержанию раздела приложения, отображению связей с другими элементами, чёткости и выразительности. Выделение элементов интерфейса может осуществляться с использованием цвета, шрифта, стиля, тени, размера, контура, заливки;

- **принцип эргономичности интерфейса** направлен на простоту, строгость, удобство восприятия и использования. Он включает требования к учёту анатомических особенностей управления приложением при использовании жестов и касаний с альтернативой в виде кнопок. Чаще всего управление осуществляется большим пальцем правой руки, в связи с этим важен размер кнопок и расположение их на экране. Для комфортного использования мобильного приложения интерфейс должен обладать отзывчивостью, т.е. мгновенно реагировать на все действия пользователя, а также сообщать ему о выполнении задачи, при этом скорость загрузки должна быть оптимальна;

- **принцип рационального расположения элементов интерфейса** определяет требования к компоновке и составу элементов интерфейса мобильного картографического приложения, с помощью которых осуществляется подача информации пользователю. Компоновка макетов диалоговых окон должна быть приспособленной к размеру экрана и обеспечивать согласованный подход к распределению информации. Единая структура интерфейса должна строиться в определённой последовательности с учётом заданного набора элементов интерфейса и макетов диалоговых окон.

3. Принципы, определяющие разработку мобильных картографических приложений с учётом особенностей их использования и новых технических возможностей:

- **принцип целостности, комплексности и логической согласованности элементов интерфейса** подразумевает, что все элементы карты и интерфейса должны

быть увязаны между собой, а также иметь чёткую взаимосвязь с элементами карты и её содержанием, предусматривать возможность использования дополнительной справочной информации, мультимедийных средств и т.д. [Гаряев, Гаряева, 2008]. Логическая согласованность обеспечивается взаимосвязью элементов интерфейса и содержания карты через условные знаки. При этом следует учитывать, что карты на мобильных устройствах, как правило, «безлегендные». Наглядность и удобочитаемость, понимание содержания карты возможны за счёт употребления наиболее общепринятых обозначений, которые не нуждаются в легенде. На мобильных устройствах в картографических приложениях, помимо языка карты, используется ещё и язык диалогового управления или сопровождения, который осуществляется с помощью тактильных (касательных) и акустических (звуковых) переменных, выводом и интерпретацией экранных визуализаций в виде статических и динамических карт или картоподобных изображений [Володченко, 2009]. Необходимо учитывать знание семиотики. Например, используя семантический аспект, рассматривающий смысловое значение, можно разработать условные знаки на основе ассоциаций с отображаемым объектом (использовать натуралистические и символические значки), а также включить текстовое справочное пояснение. При использовании синтаксического аспекта, учитывающего разработку формы знака, размера, цвета и т.д., можно условные знаки объединить в группы относительно к картографируемым объектам. Используя прагматический аспект, предусматривающий оптимальность условного обозначения, разработка знака будет ориентирована на лёгкость, правильность и полноту восприятия и удобства знака для решения определённого круга задач. Условные знаки на карте должны не только предоставлять пользователю толкование своего значения, но и являться одновременно инструментом, с помощью которого можно получить дополнительные сведения или перейти к выполнению определённого действия;

- **принцип структурной гибкости интерфейса** предусматривает возможность дальнейшего усовершенствования и доработки интерфейса мобильного картографического приложения под решаемые задачи. Элементы интерфейса должны позволять пользователю самостоятельно добавлять на карту свои метки, маршруты, фото, замечания. Гибкость интерфейса должна предусматривать возможность корректировки работы приложения при встраивании новых функций в общую систему. Например, в перспективе к мобильному картографическому приложению возможно встраивание дополнительного модуля в виде виртуальных очков, с помощью которых потребитель имел бы возможность видеть карту целиком, поскольку вопрос с обзорностью карты в силу малого размера экрана пока остаётся открытым.

В силу малого размера экрана картографическая информация формируется и отображается пользователю по его запросу при необходимости в интерактивном режиме. Разный набор элементов содержания отображается при изменении масштаба карты на экране мобильного устройства, что позволяет приблизить нужный объект и обозреть более детально ситуацию вокруг него.

Примером мобильных картографических приложений являются навигационные карты, содержание которых состоит из общегеографических и специальных элементов. Подробность этого содержания зависит от уровня и масштаба карты. При проектировании автонавигационных систем используется 5-ти уровневая система представления и визуализации карт, где выделяют международный, национальный, региональный, окружной и городской уровни. Эта система широко применяется в мировой практике проектирования навигационных карт. В табл. 2 приведено общегеографическое и специальное содержание, отображаемое в соответствии с уровнем и масштабом карты [Дубровина, 2013; Радченко, 2017].

Из этой таблицы видна взаимосвязь отображения элементов содержания навигационных карт в зависимости от масштаба, что позволяет автоматически отображать

на определённом уровне генерализованную информацию. Это, в свою очередь, способствует улучшению восприятия картографического изображения.

Табл. 2. Рекомендуемое содержание карт в мобильном приложении в соответствии с уровнем и масштабом на примере навигационных карт
Table 1. Recommended map content in the mobile application in accordance with level and scale on the example of navigation charts

Уровни	Масштаб	Общегеографическое содержание	Специальное содержание
Международный	зависит от региона	<ul style="list-style-type: none"> главные элементы гидрографии; значимые населённые пункты (пунсоны); границы стран 	<ul style="list-style-type: none"> международные шоссе; точки интереса (международные аэропорты)
Национальный	1: 1 000 000	<ul style="list-style-type: none"> железные дороги (магистральные); крупные объекты гидрографии; крупные объекты растительности; значимые и крупные населённые пункты; границы стран, регионов 	<ul style="list-style-type: none"> международные и федеральные автодороги; точки интереса (все аэропорты)
Региональный	1: 100 000	<ul style="list-style-type: none"> железные дороги; значимые объекты гидрографии; значимые объекты растительности; все населённые пункты; границы стран, регионов и районов 	<ul style="list-style-type: none"> международные, федеральные и региональные автодороги, автодороги до населённых пунктов; точки интереса (все аэропорты, посты ДПС, АЗС, ж\д переезды на автодорогах)
Окружной	1: 25 000	<ul style="list-style-type: none"> железные дороги; объекты гидрографии; объекты растительности; все населённые пункты; кварталы застройки; границы стран, регионов, районов и округов 	<ul style="list-style-type: none"> все автодороги (исключая внутриквартальные и внутридворовые проезды); точки интереса (все аэропорты, посты ДПС, АЗС, ж\д переезды на автодорогах, светофоры, больницы и др. значимые объекты)
Городской	1: 10 000	<ul style="list-style-type: none"> все железные дороги; все объекты гидрографии; все объекты раст-сти; все насел. пункты; кварталы застройки; все строения с подписями адресов; все границы 	<ul style="list-style-type: none"> все элементы улично-дорожной сети; организация дорожного движения; все точки интереса

ВЫВОДЫ

В результате проведённого исследования обосновано расширение функций картографических изображений для передачи геопространственной информации на мобильных устройствах. Изучены классификации видов восприятия информации и на их основе проведено исследование по соотношению воспринимаемой пользователем геопространственной информации со средствами её передачи. Современные средства передачи геопространственной информации воздействуют на различные анализаторы, что способствует расширению возможностей передачи воспринимаемой пользователем информации при чтении карты. Это позволяет говорить о расширении функции картографических изображений на мобильных устройствах. Ограничение размеров картографического изображения экраном мобильного устройства при визуализации вносит свои коррективы в его восприятие. Пропадает обзорность карты, но, частично компенсируя этот недостаток, появляются возможности использования мультимасштабности картографического изображения, мультимедийных средств передачи информации, условный знак становится элементом интерфейса картографического изображения. Условный знак позволяет выйти на другие формы получения геопространственной информации, связанные с различными анализаторами, позволяющие описать объекты местности и, таким образом, наполнять карту дополнительной информацией. Он позволяет создавать дополнительные возможности к чтению и использованию карты широким кругом пользователей и, в конечном счете, формируется полноценный информационный продукт.

Особенность карты состоит в том, чтобы отображать объекты и явления в совокупности и во взаимосвязи. Это определяет общую структуру картографического изображения, которая даёт целостное представление о местности. Условный знак на карте является основополагающим элементом, поскольку даёт представление не просто о геопространственном положении объекта или явления и его характеристику (т.е. выполняет коммуникативную и познавательную функции), но и осуществляет также управленческую функцию интерфейса.

В результате анализа и обобщения требований к пользовательским интерфейсам сформулированы принципы, необходимые для разработки интерфейса картографических приложений для мобильных устройств, в основе которых ставится условие: «условный знак — элемент интерфейса».

Обобщены особенности восприятия картографического изображения на мобильных устройствах, связанные как с его визуализацией, так и с решаемыми задачами, на основании чего сформулированы следующие требования:

- интуитивная читаемость. Обусловлена тем, что пользователь обладает лишь начальными знаниями для работы с картой (уроки географии в школе), а также читает её при движении (когда нет возможности посмотреть легенду карты) и вынужден быстро ориентироваться в пространстве и принимать решение о дальнейших действиях. Поэтому условные знаки должны быть спроектированы с учётом ранее полученных элементарных знаний об окружающем мире, а также учитывать законы психологии и психофизиологического воздействия, использовать ассоциации так, чтобы пользователь с первого взгляда понимал, о каком объекте идет речь. Например, дорожные знаки на навигационных картах изображаются аналогично знакам в правилах дорожного движения. Также уместно использовать в сочетании несколько средств передачи сенсорной информации, воздействующих на потребителя;
- немаловажным для восприятия является адаптивность карты. Например, при использовании карты в режиме навигатора картографическое изображение движется и, в зависимости от скорости управляемого объекта и благодаря системе глобального позиционирования, эта карта меняет своё содержание;
- генерализация по фактору движения моделируется путём модернизации предыдущей функции, т.е. происходит изменение содержания карты посредством

движения пользователя;

- мультимасштабность. Масштаб изменяется в результате уменьшения / увеличения изображения, а также в зависимости от скорости движения управляемого объекта и сложности дорожных развязок. При изменении масштаба должен изменяться и размер условного знака, но это действие выполняется пока не во всех мобильных приложениях;

- мультимедийность. Проявляется в воспроизведении звукового сопровождения, поиске необходимых объектов и дополнительном справочном материале, включённом в структуру картографического приложения. Визуализация картографического изображения может быть 2D, 3D и 4D (четвёртой характеристикой является время), а также дополненная и виртуальная реальность;

- получение геопространственной информации по запросу и добавление пользовательской информации. Формирование картографического изображения из различных слоёв на основе геопространственной информации и получение дополнительных информационных характеристик об объектах и явлениях;

- сетевое моделирование — эта особенность проявляется в создании большинства линейных объектов на карте по правилам теории графов. Большинство всех линейных объектов (трубопроводы, автомобильные дороги, линии электропередач) должны быть представлены в виде отдельных графов, благодаря чему широким кругом потребителей могут решаться геоинформационные задачи, например, задача о кратчайшем и оптимально-выгодном (в экономическом плане) пути;

- геопозиционирование — позволяет ориентироваться по карте, а также определять и закреплять местоположение необходимых пользователю объектов;

- синхронизация изменений с централизованной базой данных. Даёт возможность получать оперативную, актуальную информацию об объектах и явлениях.

Дальнейшее исследование видов восприятия требует более детального рассмотрения, особенно важны исследования в области зрительного восприятия, отделяя при этом картографическое и геоизображение. Необходимо также исследовать возможности переменных размеров условных знаков на экране, определить специфику их использования в сочетании с мобильным устройством. Необходима детальная проработка требований, отражающих взаимосвязь элементов содержания карт, в зависимости от масштаба картографического изображения на экране, представленных в табл. 2. Не решён вопрос с обзорностью карты в силу малого размера экрана — чтобы потребитель имел возможность видеть карту целиком, необходим дополнительный встраиваемый модуль, например, в виде виртуальных очков.

Мобильные устройства дают возможность разрабатывать картографические приложения с учётом различных средств передачи пространственной информации, позволяющих расширить воздействие на различные рецепторы. Мобильные устройства дают возможность расширения функций картографических изображений с учётом различных средств передачи геопространственной информации, позволяющих усилить воздействие на различные рецепторы. При разработке картографических приложений для современных пользователей необходимо учитывать особенности картографического изображения, воспроизводимого на мобильных устройствах, с целью их наиболее адекватного восприятия и использования в решении повседневных задач. К числу этих особенностей можно отнести наглядность, точность, читаемость на любом уровне, обзорность и такие качества, как гибкость перестройки содержания, изменяющиеся полнота и подробность, масштабная преемственность, а также возможность доработки и внедрения новых инструментов, позволяющих лучше воспринимать картографическое изображение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берлянт А.М. Картография. Учебник. М.: КДУ, 2014. 448 с.
2. Величковский Б.М., Зинченко В.П., Дурия А.Р. Психология восприятия. М.: Издательство Московского университета, 1973. 180 с.
3. Верещака Т.В., Ковалёва О.В. Изображение рельефа на картах. Теория и методы (оформительский аспект). М.: Научный мир, 2016. 184 с.
4. Виртуальные географические среды. Изд. 2-е, дораб. и испр. Краснодар: Краснодарская панорама досуга, 2015. 351 с.
5. Володченко А. e-LEXIKON. Картосемиотика. Дрезден, 2009. 61 с.
6. Гаврилов Ю.В. Картографический дизайн. Монография. Новосибирск: СГГА, 2013. 146 с.
7. Гармиз И.В. Качество карт: современные проблемы и методы. Л.: Издательство ЛГУ, 1990. 212 с.
8. Гаряев А.В., Гаряева Т.П. Психолого-физиологические особенности визуального восприятия информации и их учет при создании учебных презентаций. Вестник Пермского государственного педагогического университета. Информационные компьютерные технологии в образовании, 2008. № 4. С. 106–113.
9. Дубровина С.В. Совершенствование технологии создания электронных карт на примере карт для автонавигации. Геодезия, картография и аэрофотосъёмка, 2013. Вып. 78. С. 71–81.
10. Заблоцкий В.Р. Мобильные ГИС — новое направление развития геоинформационных систем. Международный журнал экспериментального образования, 2014. № 11–1. С. 22–23. Электронный ресурс: <http://www.expeducation.ru/ru/article/view?Id=6200> (дата обращения 19.12.2019).
11. Касьянова Е.Л., Кикин П.М., Грищенко Д.В. Разработка картографических приложений для мобильных устройств. Интерэкспо Гео-Сибирь-2015. Раннее предупреждение и управление в кризисных ситуациях в эпоху «Больших данных». Новосибирск: СГУГиТ, 2015. С. 75–78.
12. Лисицкий Д.В., Утробина Е.С., Колесников А.А., Комиссарова Е.В. Формализация процессов формирования мультимедийных продуктов в инструментальной справочно-аналитической ГИС. Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъёмка, 2012. № 3. С. 93–99.
13. Лисицкий Д.В., Комиссарова Е.В., Колесников А.А. Мультимедийная картография. Учебное пособие. Новосибирск: СГУГиТ, 2016. 107 с.
14. Маклаков А.Г. Общая психология. СПб.: Питер, 2001. 592 с.
15. Радченко Л.К. Навигационная картография. Учебное пособие. Новосибирск: СГУГиТ, 2017. 69 с.
16. Утробина Е.С., Кокорина И.П. Мобильная картография для охотников и рыболовов. Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIV Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: сб. материалов (Новосибирск, 23–27 апреля 2018 г.). Новосибирск: СГУГиТ, 2018. С. 171–178.
17. Утробина Е.С., Кокорина И.П. Мобильные картографические приложения для охотников и рыболовов. Вестник СГУГиТ, 2019. Т. 24. № 1. С. 119–134. DOI: 10.33764/2411-1759-2019-24-1-119-134.
18. Яцук О.Г. Основы графического дизайна на базе компьютерных технологий. СПб.: БХВ-Петербург, 2004. 240 с.
19. Brewer C.A. Designing better maps: a guide for GIS users. Redlands, California: Esri Press New York Street, 2016. Second edition. 252 p.
20. Kraak M.J., Brown A. Web cartography: Developments and prospects. Monograph. London: Taylor & Francis, 2001. 228 с.

REFERENCES

1. Berlyant A.M. Cartography. Moscow: KDU, 2014. 448 p. (in Russian).
2. Brewer C.A. Designing better maps: a guide for GIS users. Redlands, California: Esri Press New

York Street, 2016. Second edition. 252 p.

3. *Dubrovina S.V.* Improving the technology for creating electronic maps on the example of maps for auto-navigation. *Geodesy, cartography and aerial photography*, 2013. Iss. 78. P. 71–81 (in Russian).

4. *Garmiz I.V.* Map quality: current problems and methods. Leningrad: Leningrad State University Press, 1990. 221 p. (in Russian).

5. *Garyaev A.V., Garyaeva T.P.* Psychological and physiological features of the visual perception of information and their accounting when creating educational presentations. *Herald of Perm State Pedagogical University. Information computer technologies in education*, 2008. No 4. P. 106–113 (in Russian).

6. *Gavrilov Yu.V.* Cartographic design. Monograph. Novosibirsk: SSGA, 2013. 146 p. (in Russian).

7. *Kasyanova E.L., Kikin P.M., Grishchenko D.V.* Development of cartographic applications for mobile devices. *Interexpo GEO-Siberia-2015. Early warning and crisis management in the Big Data era*. Novosibirsk: SSUGT, 2015. P. 75–78 (in Russian).

8. *Kraak M.J., Brown A.* Web cartography: Developments and prospects. Monograph. London: Taylor & Francis, 2001. 228 p.

9. *Lisitsky D.V., Komissarova E.V., Kolesnikov A.A.* Multimedia cartography. Tutorial. Novosibirsk: SSUGT, 2016. 107 p. (in Russian).

10. *Lisitsky D., Utrobina E., Kolesnikov A., Komissarova E.* Formalization of creating process of multimedia products for instrumental reference-analytical GIS. *Proceedings of the Higher Educational Institutions. Izvestia vuzov. Geodesy and aerophotosurveying*, 2012. No 3. P. 93–99 (in Russian).

11. *Maklakov A.G.* General psychology. St. Petersburg: Piter, 2001. 592 p. (in Russian).

12. *Radchenko L.K.* Navigation cartography. Tutorial. Novosibirsk: SSUGT, 2017. 69 p. (in Russian).

13. *Utrobina E.S., Kokorina I.P.* Mobile cartography for hunters and fishermen. *Interexpo GEO-Siberia. XIV International scientific congress: International scientific conference “Geodesy, geoinformatics, cartography, mine surveying”*: Proceedings (Novosibirsk, April 23–27, 2018). Novosibirsk: SSUGT, 2018. P. 171–178 (in Russian).

14. *Utrobina E.S., Kokorina I.P.* Mobile mapping applications for hunter and fishermen. *Vestnik of SSUGT*, 2019. V. 24. No 1. P. 119–134. DOI: 10.33764/2411-1759-2019-24-1-119-134 (in Russian).

15. *Velichkovsky B.M., Zinchenko V.P., Duria A.R.* Psychology of perception. Moscow: Moscow University Press, 1973. 180 p. (in Russian).

16. *Vereshchaka T.V., Kovaleva O.V.* The image of the relief on the maps. Theory and methods (design aspect). Moscow: Scientific World, 2016. 184 p. (in Russian).

17. *Virtual geographic environments*. Ed. 2nd, modified and rev. Krasnodar: Krasnodar leisure panorama, 2015. 351 p. (in Russian).

18. *Wolodtschenko A.* e-LEXIKON. Kartosemiotics. Dresden, 2009. 61 p. (in Russian).

19. *Yatsyuk O.G.* Basics of graphic design based on computer technology. St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2004. 240 p. (in Russian).

20. *Zablotsky V.R.* Mobile GIS — a new direction in the development of geographic information systems. *International Journal of Experimental Education*, 2014. No 11–1. P. 22–23. Web resource: <http://www.expeducation.ru/ru/article/view?Id=6200> (accessed 19.12.2019) (in Russian).