УДК: 912.4 **DOI: 10.35595/2414-9179-2019-1-25-138-150**

И.А. Рыльский[1], М.В. Грибок[2], О.Ю. Черешня[3], И.В. Калинкин[4]

МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ АНИМАЦИОННЫХ КАРТ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ГОРОДОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ТЕЧЕНИЕ 1959–2018 годов

АННОТАЦИЯ

Несмотря на бурное развитие технологий компьютерной графики и цифровых анимаций, возможности для по-настоящему широкого использования анимационных карт появились только сейчас. Ранее активному применению подобных картографических продуктов препятствовало низкое разрешение мониторов. В настоящее время, когда повсеместное распространение получили мобильные устройства с цветными дисплеями высокого разрешения, достаточной вычислительной мощностью и возможностью выхода в интернет, перед анимационными картами открываются фактически безграничные возможности. Тем не менее, за последние четверть века более лёгким процесс создания анимационных карт не стал. По сравнению с обычными статическими картами для создания анимационной карты следует оценить не только пространственный, но и временной масштаб, принять во внимание особенности использования условных знаков во всех кадрах и т.п. В данной работе, на примере статистического ряда за семьдесят лет (1958–2018 годы) была сделана попытка выработать ряд методических рекомендаций по созданию анимационных карт точечных объектов для карт, близких по масштабу к 1:20 000 000. Были сделаны различные варианты анимационных карт, использующие разные динамические шкалы значков, разный временной масштаб для отображения крайне разнородных по своему составу и динамике изменения численности населения городов Российской Федерации. В качестве источника данных о численности населения использованы сведения из открытых источников (в том числе данные Википедии и переписей населения). Анализ проведён для 165 населённых пунктов городского типа. Для создания отдельных растровых изображений карт были использованы геоинформационные программные средства (ArcView), в среде которых было создано специализированное программное обеспечение для создания по ранее введённым ГИС-данным серий растровых изображений с заданными параметрами отображения городов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: анимационная карта, динамика, картография, население городов, ГИС, геоинформационные данные, программное обеспечение

[1] Московский государственный университет, Географический факультет, Ленинские горы, 1, 119234, Москва, Россия *e-mail:* **rilskiy@mail.ru**
[2] Московский государственный университет, Географический факультет, Ленинские горы, 1, 119234, Москва, Россия *e-mail:* **gribok.marina@gmail.com**
[3] Московский государственный университет, Географический факультет, Ленинские горы, 1, 119234, Москва, Россия *e-mail:* **chereshnya.o@yandex.ru**
[4] Московский государственный университет, Географический факультет, Ленинские горы, 1, 119234, Москва, Россия *e-mail:* **ilyakl@yandex.ru**

Ilya A. Rylskiy[1], **Marina V. Gribok**[2] , **Olga Yu. Chereshnya**[3], **Ilya V. Kalinkin**[4]

METHOD OF CREATING ANIMATED MAPS OF URBAN POPULATION DINAMICS IN RUSSIAN FEDERATION DURING 1959–2018

ABSTRACT

Despite the rapid development of computer graphics and digital animation technologies, the possibilities for their truly widespread use of animated maps appeared only now. Previously widespread use of similar mapping products has been hindered by low resolution monitors. Currently, when mobile devices with high-resolution color displays, sufficient computing power and the ability to connect to the Internet, have gained widespread acceptance, great possibilities open up for animated maps. However, over the past quarter century, the process of creating animated maps has not become easier. Compared to conventional static maps, to create an animation map, it is necessary to evaluate not only the spatial, but also the time scale, take into account the peculiarities of using conventional symbols in all frames, etc. In this paper, using the example of a statistical series for seventy years (1958–2018), an attempt was made to develop a series of «frames» for creating animated maps of point objects in scale to 1:20 000 000. Various versions of animated maps were made using different dynamic scales of icons, different time scales for displaying extremely diverse in their composition and dynamics of changes in the population size of cities in the Russian Federation. As a source of population data, information from open sources (including Wikipedia data and population censuses) was used. The analysis was carried out for 165 settlements of urban type. To create separate raster images of maps, geo-information software (ArcView) was used, among which specialized software was developed to produce a series of raster images with predetermined city display parameters using previously entered GIS data.

KEYWORDS: animated map, dynamics, cartography, population of cities, GIS, geoinformation data, software

ВВЕДЕНИЕ

Научные работы, посвящённые картографической анимации, встречаются в зарубежной литературе, начиная с 1950-х годов [Thrower, 1959; Cornwall, Robinson, 1966]. Среди учёных, заложивших основы теории картографических анимаций, можно отметить Х. Моэлринга [Moellring, 1976; 1980], М. Петерсона [Peterson, 1995], М. Харроувера [Harrower, 2003; 2004; 2007; 2008] и некоторых других авторов [DiBiase et al., 1992; Dorling, Openshaw, 1992; Dransch, 1997; Берлянт, Ушакова, 2000]. Однако, несмотря на большое количество статей о картографических анимациях, сами эти анимации в основном остались недоступными для просмотра широкой аудиторией. Сначала − по причине отсутствия средств показа или их носителей (кинопроектор и копия плёнки), позднее – по причине неразвитости технологий размножения электронного контента и, самое главное, – недостаточного разрешения мониторов.

[1] Lomonosov Moscow State University, Leninskie Gory, 1, 119991, Moscow, Russia,
e-mail: **rilskiy@mail.ru**
[2] Lomonosov Moscow State University, Leninskie Gory, 1, 119991, Moscow, Russia,
e-mail: **gribok.marina@gmail.com**
[3] Lomonosov Moscow State University, Leninskie Gory, 1, 119991, Moscow, Russia,
e-mail: **chereshnya.o@yandex.ru**
[4] Lomonosov Moscow State University, Leninskie Gory, 1, 119991, Moscow, Russia,
e-mail: **ilyakl@yandex.ru**

Действительно, если перевести существовавшие за последние 30 лет разрешения экранов в размеры бумаги, то результат будет выглядеть очень бледно. Но если ранее это было на уровне курьёзов, то сейчас разрешение мониторов и смартфонов уже обладает информационной ёмкостью, сравнимой с листом бумаги разумного размера.

Табл. 1. Эволюция детальности видеоформатов и их характеристик
Table 1. Evolution of video format resolution

Формат видео	**Устройства, использующие**	**Разрешение, пикс**	**Соответствует размеру бумаги, мм**	**Годы применения**
VHS	Телевизоры	360x240	37x24	1980–2000
CGA	Персональные компьютеры	320x200	33x20	1981–1991
VGA	Персональные компьютеры	640x480	65x49	1988–1995
SVGA	Персональные компьютеры	1024x768 1600x1200	104x78	1993–2010
FullHD	Планшеты, смартфоны, ЖК-телевизоры, ЖК-мониторы ПК	1920x1080	195x110	С 2007
MacBook Pro 15 Retina	MacBook Pro 15 Retina	2880x1800	293x183	С 2012
4K	Телевизоры и мониторы сверхвысокой чёткости	3840x2160	390x219	С 2012
8K		7680x4320	780x439	С 2013

Как следует из таблицы, более-менее хорошего качества мониторы появились уже в начале 2000-х годов. Однако бурного развития картографических анимаций это не вызвало.

Это объяснимо − мало иметь монитор достаточного размера. Нужно иметь большую ёмкость как оперативной памяти (для проигрывания), так и обычной (для хранения), хороший процессор для плавного проигрывания видео. Это стало вполне возможно уже с 2005–2008 годов. Но и тут «прорыва» не произошло. В самом деле, такие условия возможны, но они есть точно не у каждого. И уж точно не у каждого есть возможность и желание перекачивать по Интернету довольно тяжёлые файлы.

Однако примерно с 2009–2012 годов начался бум развития смартфонов, чьи характеристики по части обработки, показа и распространения данных полностью решили все вышеизложенные сложности. И сегодня десятки миллионов жителей России носят с собой в кармане все необходимое, чтобы иметь возможность в течение 2− 3 минут получить доступ к любой мыслимой анимации.

Пока вместо развития картографических анимаций мы наблюдаем скорее развитие инфографики с элементами картографии и анимации. Этот процесс виден и на примере сайтов новостных агентств, имеет место в крупных Интернет-изданиях и тому подобных. Однако он не затронул традиционные области, где каждый человек сталкивается с картографией: школу, вуз, исследовательские структуры.

Несмотря на отсутствие технических сложностей, остались методологические вопросы, которые поднимались ещё в 1980-е годы, но которые никто не решал ввиду «виртуальности» задачи. Это вопросы методологии и автоматизации создания именно картографических анимаций, подбора изобразительных средств, выбору и обоснованию не только пространственного, но и временного масштаба. Есть и более комплексные проблемы: возможности управления динамикой для целей анализа и выявления скрытых закономерностей («анимационные методы исследования»), исследование влияния циклических повторов на восприятие данных, применение «зуммирования» на участки с различными процессами и тому подобное. Все это, по сути, осталось за бортом развития как геоинформатики, так и картографии.

Ввиду сложности вышеописанных задач, целями данной работы было выбрано решение отдельных из них:

– отработка приёмов картографирования динамики численности населённых пунктов со значительными различиями как в численности населения, так и в её динамике с одновременным показом обеих характеристик в режиме просмотра видео;

– определение наиболее оптимального временного масштаба (лет в секунду);

– сбор статистических данных;

– создание на базе полученных сведений нескольких вариантов динамической карты населения городов РФ за период с 1959 по 2018 годы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методы сбора статистических данных о населении

Исходные данные для отображения динамики численности населения включали 165 населённых пунктов. Формирование списка городских поселений на территории РФ, подлежащих показу на растровой интерактивной карте в режиме анимации, производилось на основе требований показа основных социально-экономических центров, а также их географической значимости для модели расселения городского населения РФ за последние 60 лет. Цель анимации – демонстрация динамики и абсолютной численности населения в указанных городах.

Источники данных открыты (данные переписей, Википедия и прочие). Наибольшую достоверность в отношении численности населения, конечно, предоставляют данные всесоюзных и всероссийских переписей. За ряд лет (с промежутком от 1 до 8 лет в зависимости от периода и региона) в открытых источниках можно найти данные о численности, полученные посредством текущего учёта населения.

Данные за промежуточные годы, на которые не удалось получить прямые указания о численности населения городов, рассчитывались методом линейной интерполяции. При показе на карте численности населения границы населённого пункта принимаются в конфигурации границ 2018 года. Названия городов даны в варианте их написания на 2018 год.

В список городов включены следующие населённые пункты:

– центры субъектов Российской Федерации;

– населённые пункты с численностью населения свыше 120 000 человек на 2018 год;

– населённые пункты с численностью населения менее 120 000 человек при условии их важной социально-экономической роли;

– населённые пункты, расположенные на полуострове Крым (включены с использованием статистики СССР, Украины и Российской Федерации).

Одним из направлений использования подобных анимационных карт является обучение студентов экологических, социально-экономических специальностей и специалистов в области обеспечения устойчивого развития. В этом назначение анимационных карт сходно с современным пониманием роли комплексного

картографирования [Грибок и др., 2017]: экологическое образование для обеспечения ноосферного развития регионов. Поэтому выбор населённых пунктов для каждого региона в целом уникален. И хотя в большинстве своем города, отобранные для анимации, удовлетворяют первым двум из вышеприведённых критериев, сами эти критерии были сформированы в ходе попытки осмыслить роль тех или иных населённых пунктов в конкретно взятых регионах.

Изобразительные средства для показа динамики численности населения

Сведения о численности населённых пунктов отображались в виде круглых пунсонов. Обеспечена пропорциональность площади отображаемого пунсона численности населения. Для отработки различных вариантов было сделано 4 варианта динамических шкал пунсонов.

Для отработки различных динамических вариантов (вариантов временного масштаба) были сделаны 2 варианта анимаций со скоростями 5 и 10 лет в секунду. Отметим, что вариант со скоростью 10 лет в секунду мы считаем менее удачным ввиду чрезмерной краткости анимации и невозможности адекватно воспринять тенденции в изменениях численности городов при сроках менее 25 лет (2.5 секунды видео). В настоящее время также создаются наборы анимаций со скоростью 4 и 3 года в секунду, так как социально-экономические процессы 1990– 2000 годов имели гораздо большую скорость, нежели в 1960– 1985 годах (для них скорость в 5 лет в секунду является оптимальной). Кроме того, есть предположение о необходимости использования динамического масштаба времени, когда скорость (в годах в секунду) уменьшается по мере приближения к текущей дате.

Сведения о направлении динамики численности населения (рост/уменьшение) отображались цветом. Динамика текущего года рассчитана на текущий год относительно предыдущего года. В случае отсутствия динамики пунсон также показывался как положительная динамика населения. Цветовое решение: красный цвет – падение численности, зелёный цвет – рост численности.

Изобразительные средства для показа прочих объектов

Поиск, приобретение или создание фоновой подложки общегеографического содержания для обеспечения возможности ориентирования на карте для пользователя производился с учётом максимальной наглядности и «привычности» картографического отображения территории Российской Федерации.

В качестве основы для анимационной карты была использована основа масштаба 1:20 000 000 на территорию Российской Федерации. На основе отображены следующие элементы общегеографической нагрузки:

– сеть гидрографии: реки, основные озёра и водохранилища;

– граница Российской Федерации;

– названия морей, омывающих РФ;

– границы и столицы сопредельных государств;

– подписи названий городов, динамика населения которых показана на карте (прочие города не наносятся и не подписываются);

– сетка меридианов и параллелей.

Для анимационной карты была выбрана проекция со следующими параметрами:

– референц-эллипсоид: сфера с радиусом, равным большой полуоси эллипсоида Красовского;

– проекция – коническая равнопромежуточная;

– центральный меридиан – 105 градусов восточной долготы.

Создание легенды, пригодной для использования на динамической карте в течение всего анализируемого периода времени включало следующее:

– для каждого кадра карты отображен текущий год;

– отображено цветовое решение по динамике карты (красный и зелёный цвета);

– шкала размеров пунсонов не отображалась ввиду использования карты для визуального, а не картометрического использования.

Кроме того, в данной работе все варианты карты были снабжены непрерывными шкалами (то есть размер каждого пунсона уникален). Это позволяет обеспечить плавность и изобразительные особенности итогового видеоряда, которые недостижимы для классических карт [Капралов и др., 2004].

Создание растровых кадров-«карт» с использованием средств автоматизации

Создание серии растровых карт велось с разрешением 1920 на 1080 пикселей (соответствует Full HD) в количестве 69 карт для каждого варианта (по одной карте на каждый год анализируемого периода) в формате TIFF, 24 bit (RGB). Полученные карты должны также сформированы в видеофайл (*.mp4) с аналогичным разрешением. Всего создано 4 варианта. Основание для выбора подобного разрешения – подавляющее большинство современных устройств поддерживает такое разрешение (не выше, но и не ниже); в их число входят (на 2019 год):

– ЖК-панели телевизоров;

– большинство смартфонов;

– практически все планшеты;

– 90 % ноутбуков;

– 80–90 % стационарных компьютеров.

Поскольку создание анимаций предполагало создание десятков кадров-«карт», при этом ещё и в нескольких вариантах (только приемлемых вариантов было 6), использование средств автоматизации и ГИС было абсолютно необходимо. Для оптимизации работ процесс был построен следующим образом. В качестве основного программного комплекса был выбран ArcView 3.2., а в качестве основной программной среды разработки − Avenue. Для всех 165 городов на картографической основе был создан (с ручным уточнением и смещением центров пунсонов) точечный шейп-файл городов (*.shp), в атрибутику которого были занесены сведения о названии города, его уникальный ID-номер, данные о численности за 70 лет (за каждый год) и данные о динамике в текущем году (рост / падение численности со знаком). Итого было введено 142 поля для 165 городов. Все интерполяционные расчёты и агрегация данных, а также проверка на опечатки и т.п. производились в MS Excel.

В среде ArcView было обеспечено наилучшее (по мнению авторов) картографическое решение, включая расстановку подписей и смещение пунсонов для обеспечения максимальной наглядности без загромождения карты накладывающимися подписями городов и тому подобных.

В программном комплексе Avenue было создано вспомогательное программное обеспечение, обеспечивающее на основании вышеперечисленных данных (на каждый год) генерацию растрового изображения с детальностью 1920x1080 пикселов, содержащего круглые пунсоны двух цветов. Размер пунсона (его площадь) во всех вариантах прямо пропорциональны численности населения городов. Радиус круглого пунсона задан в виде функции, и потому не является дискретным (ступенчатая шкала пунсонов), а является уникальным. Использование функциональных зависимостей со степенными функциями выше 1 было признано вредным для изобразительных свойств карт (динамика либо пропадает при её наличии, либо искажается).

Тем не менее, подбор конкретных численных коэффициентов, связывающих линейный размер пунсона в пикселах экрана с его численностью, оказался неоднозначной задачей.

Примеры различных динамических шкал приведены ниже.

Рис. 1. Вариант 1. Диапазон размеров пунсонов мал.
Начало анимации; города с относительно малой численностью населения
Fig. 1. Variant 1. The range of symbol sizes is small.
The beginning of the animation; all cities have relatively small population

Рис. 2. Вариант 1. Диапазон размеров пунсонов мал.
Конец анимации; города с большой численностью населения
Fig. 2. Variant 1. The range of symbol sizes is small.
The end of the animation; all cities increased their population

Рис. 3. Вариант 2. Диапазон размеров пунсонов велик.
Начало анимации; города с относительно малой численностью населения
Fig. 3. Variant 2. The range of symbol sizes is big.
The beginning of the animation; all cities have relatively small population

Рис. 4. Вариант 2. Диапазон размеров пунсонов велик.
Конец анимации; города с большой численностью населения
Fig. 4. Variant 2. The range of symbol sizes is big.
The end of the animation; all cities increased their population

Помимо приведённых, также были разработаны варианты 3 и 4, представляющие собой карты, на которых применены промежуточные варианты диапазонов размеров.

С точки зрения классической картографии, кадр-«карта», приведенная на рис. 4, является перегруженной пунсонами. Однако в динамике ситуация оказывается совсем иной, так как подобного состояния карта достигает только в последние 1–2 секунды показа. При этом, вместо крайне нарочитого изображения городов, наличествует явно показанная динамика, отражающая вполне явный тренд роста городов в XXI веке.

Впрочем, приведённый на рис. 3 и 4 вариант является наиболее «контрастным» по размерам пунсонов, поэтому и были созданы промежуточные варианты. В отличие от бумажных карт, издание и хранение которых стоит недёшево, электронные карты, подобные этим вариантам, легко могут быть доступны пользователям одновременно – например, при скачивании подобной карты с сайта пользователь видит все варианты и может выбрать карты с разной степенью акцентирования на картографируемых процессах.

Создание видеофайлов с использованием кадров-«карт»

Выполнено с аналогичными параметрами несколько вариантов карты со скоростями динамики в 5 и 10 лет в секунду для выбора наиболее оптимального варианта демонстрации основных демографических процессов; всего создано 2 варианта скорости показа анимаций. Ранее подобные скорости воспроизведения видео также с успехом применялись в схожих работах [Рыльский, 2000].

Сборка итогового видеофайла в каждом случае производилась средствами ПО SonyVegas 13. Данное программное обеспечение является полнофункциональным средством для монтажа видео, что позволяет легко импортировать сколь угодно длинные последовательности кадров в виде отдельных растровых файлов.

Растровые файлы карт-«кадров» включают только растровое изображение картографической основы с наложенной на него растеризованной векторной информацией (пунсоны различного размера с нужным цветом). Все остальное оформление – годы, легенда, дополнительные данные (логотипы, зарамочное оформление) добавляется также на этапе обработки в Sony Vegas. Это позволяет крайне гибко подходить к итоговому оформлению анимационной карты, легко перемещая элементы компоновки «мышкой» с последующим перепросчётом («рендерингом») итогового видео. На среднем по мощности компьютере выпуска 2016 года однократный перерасчёт видео занимает 12–17 минут в зависимости от скорости проигрывания видео.

Изначально в результате импорта образовывались видеофрагменты со скоростью демонстрации 25 кадров в секунду (то есть 25 лет в секунду), что является неприемлемым как с точки зрения скорости, так и длительности (вся анимация в этом случае длится менее 3 секунд). Sony Vegas обладает развитым инструментарием по интерполяции кадров и изменению их частоты, что позволяет легко обеспечить показ 10, 5 и даже 3 кадров в секунду без потери плавности изображения. Это достигается за счёт построения промежуточных, «интерполированных» кадров, в которых каждый пиксел сформирован интерполяцией яркостей пикселов предыдущего и последующего кадров – кадры как бы «проступают» один из-под другого, что весьма выгодно смотрится по сравнению с «рубленым» показом на низких скоростях без интерполяции.

Sony Vegas обладает очень развитым инструментарием по экспорту в разнообразные видео форматы, в том числе – с потерей качества. Используя гибкую систему регулировки параметров сжатия, удаётся обеспечить хорошее качество изображения в каждом кадре без излишнего увеличения размеров файлов. Кроме того, Sony Vegas обладает возможностью экспорта видео в форматы стандарта 4К, что в ближайшем будущем позволит создавать превосходные анимации, по качеству изображения превосходящие возможности мелованной бумаги формата А4.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Основными результатами работы явилось решение следующих задач:

– отработка приёмов картографирования в динамике численности населённых пунктов со значительными различиями как в численности населения, так и в её динамике с одновременным показом обеих характеристик в режиме просмотра видео (основной метод оценки – визуальный, экспертный);

– определение наиболее оптимального временного масштаба (лет в секунду) (основной метод оценки – визуальный, экспертный);

– создание на базе полученных сведений шести вариантов динамической карты населения городов РФ за период с 1959 по 2018 год в формате *.MP4.

В ходе многократных просмотров различных вариантов карты можно сформулировать ряд методических рекомендаций, которые могут быть весьма полезны при картографировании аналогичных точечных объектов или явлений.

Рекомендация 1. Компоновочные решения (в том числе расположение легенды, надписей и самих пунсонов) должны отрабатываться сначала на базе кадра с максимальным уровнем развития картографируемого процесса (в данном случае – численности городского населения), а потом – на кадре с минимальным уровнем развития. Достижение приемлемых результатов на данных двух кадрах гарантирует хороший результат и на остальных кадрах.

Рекомендация 2. Все карты подобного рода должны создаваться в разных временных шкалах, чтобы они могли позволить адекватно и полно анализировать процессы, идущие в разных регионах в разные временные эпохи. В большей степени это относится к временному масштабу, в меньшей – к размерам пунсонов. Действительно, скорость роста численности городов может различаться в 10 раз в разных районах страны, но подобрать единый временной темп показа кадров в таких условиях чаще всего невозможно;

Рекомендация 3. Слишком медленная динамика способна «исчезнуть» из восприятия наблюдателя даже при значительном изменении параметров между начальным и конечным кадрами. Именно поэтому сформулирована рекомендация 2. В настоящий момент мы оцениваем нижний порог чувствительности на уровне динамики в 5% площади условного знака в секунду (если знак увеличивает свою площадь менее чем на 5% в секунду, наблюдатель либо вообще не видит этого процесса, либо подсознательно не придаёт ему значения, «не замечает» динамики).

Рекомендация 4. По сравнению со статической картой, картографическая основа анимационной карты должна быть разгружена, так как во время показа основных показателей на основу нет времени обращать внимание. При этом максимальная площадь на карте должна отводиться под анимируемые объекты (в данном случае – пунсоны).

Рекомендация 5. Ввиду повсеместного применения форматов данных со сжатием, что ведёт к деградации мелких деталей и искажению изначальных цветов, крайне желательно не использовать тонкие цветовые переходы для показа каких-либо сведений. Используемые цветовые переходы должны быть максимально контрастны и отличаться в первую очередь по тону, во вторую – по насыщенности, и в третью – по светлоте.

Итоговые анимации имеют небольшую продолжительность, занимают не более 50 мегабайт дискового пространства и свободно проигрываются на персональных компьютерах, смартфонах, планшетах.

ВЫВОДЫ

Новые технологические возможности в части дистанционного сбора статистических и пространственных данных посредством сети Интернет обеспечивают возможность быстро собирать объёмы данных, достаточные для создания сложных по составу и длительных по времени анимаций. Непрерывный рост вычислительных мощностей

индивидуальных мобильных устройств позволяют по-новому оценить возможности создания и использования картографических анимаций в разных областях: от академических исследовательских задач и процесса обучения в высшей школе [Bogomolov et al., 2000] до развлекательных и общеобразовательных решений. Непрерывное совершенствование (рост разрешения и размеров) экранов этих устройств позволяет надеяться, что в самое ближайшее время они сравняются с возможностями бумажных карт и позволят полностью их заменить, при этом дополнив принципиально иными возможностями как в части анимаций, так и в части взаимодействия.

Разработанные методические и технические решения, описанные в данной статье, позволяют в дальнейшем легко создавать разнообразные последовательности карт-«кадров» для будущих анимаций. Сложность и сроки создания, а также требования к профессиональной подготовке изготовителей анимированных карт описанным методом существенно снижаются по сравнению с ранее применявшимися подходами (в том числе и с подходами, использованными авторами в начале 2000-х годов).

Дальнейшее развитие методологии создания анимационных карт предполагается направить на отработку оптимальных решений по картографированию не только точечных, но и линейных и площадных объектов, а также по созданию комплексных анимационных карт с использованием анимации точечных, линейных и площадных объектов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено в рамках госбюджетной тематики исследований Регионального центра Мировой системы данных (Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова) при содействии АО «Роскартография».

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was performed within the framework of a state budget theme of Regional Center of World Data System (Geographical Faculty of Moscow State University) in a collaboration with JSC «Roskartografia».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берлянт А. М., Ушакова Л. А. Картографические анимации. М.: Научный мир, 2000. 108 с.

2. *Грибок М.В., Губанов М.Н., Игонин А.И., Киселёва Н.М.,Кожухарь А.Ю., Котова Т.В., Маркова О.И., Масленникова В.В., Нокелайнен Т.С., Рубанов И.Н., Рыльский И.А., Тикунов В.С., Черешня О.Ю.* Роль комплексного картографирования в экологическом образовании для обеспечения ноосферного развития регионов. Материалы I Международного экологического форума в Крыму «Крым – эколого-экономический регион. Пространство ноосферного развития». Севастополь, 2017. С. 433–436.

3. *Капралов Е.Г., Кошкарёв А.В., Тикунов В.С.* Основы геоинформатики. Учебное пособие для студентов вузов в 2-х книгах. М.: Академия, 2004. 480 с.

4. *Рыльский И.А.* Построение анимационных карт динамики лесистости и распаханности Европейской части России за последние 300 лет. Материалы международной конференции ИнтерКарто 6 «ГИС для устойчивого развития территорий». Апатиты, 2000. Т. 1. С. 117–121.

5. *Bogomolov N., Rylskiy I., Tikunov V.* Creation of the Ananorphoses-Based 3D-Pyramidal BlockDiagrams. Advances in spatial data handling: X International Symposium on Spatial Data Handling. Dianne. Berlin: Springer, 2000. P. 465–473.

6. *Cornwall B., Robinson A.* Possibilities for computer animated films in cartography. Cartographic Journal, 1966. V. 3. № 2. P. 79–82.

7. *DiBiase D., MacEachren A. M., Krygier J. B., Reeves C.* Animation and the role of map design in scientific visualization. Cartography and geographic information science, 1992. V. 19. № 4. P. 201–214.
8. *Dorling D., Openshaw S.* Using computer animation to visualize space-time patterns. Environment and Planning. Planning and design, 1992. V. 19. № 6. P. 639–650.
9. *Dransch D.* Computer-animation in der kartographie: theorie und praxis. Heidelberg: Springer, 1997. 145 p.
10. *Harrower M.* A look at the history and future of animated maps. Cartographica: The international journal for geographic information and geovisualization. Toronto: University of Toronto Press, 2004. V. 39. № 3. P. 33–42.
11. *Harrower M.* The cognitive limits of animated maps. Cartographica: The International journal for geographic information and geovisualization, 2007. V. 42. № 4. P. 349–357.
12. *Harrower M.* Tips for designing effective animated maps. Cartographic perspectives, 2003. № 44. P. 63–65.
13. *Harrower M., Fabricant S.* The role of map animation for geographic visualization. Geographic visualization: concepts, tools and applications. New Jersey: Willey, 2008. P. 49–65.
14. *Moellring H.* Strategies of real-time cartography. Cartographic journal, 1980. № 17 (1). P. 12–15.
15. *Moellring H.* The potential uses of a computer animated film in the analysis of geographical patterns of traffic crashes. Accident analysis and prevention, 1976. P. 215–227.
16. *Peterson M. P.* Interactive and Animated Cartography. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1995. 464 p.
17. *Thrower N. J.* Animated cartography. The professional geographer, 1959. V. 11. № 6. P. 9–12.

REFERENCES

1. *Berliant M.A., Ushakova L.A.* Cartographic animation. Moscow: Scientific world, 2000. 108 p. (in Russian).
2. *Bogomolov N., Rylskiy I., Tikunov V.* Creation of the Anamorphoses-Based 3D-Pyramidal BlockDiagrams. Advances in spatial data handling: X International Symposium on Spatial Data Handling. Dianne. Berlin: Springer, 2000. P. 465‒473.
3. *Cornwall B., Robinson A.* Possibilities for computer animated films in cartography. Cartographic Journal, 1966. V. 3. No 2. P. 79–82.
4. *DiBiase D., MacEachren A.M., Krygier J.B., Reeves C.* Animation and the role of map design in scientific visualization. Cartography and geographic information science, 1992. V. 19. No 4. P. 201–214.
5. *Dorling D., Openshaw S.* Using computer animation to visualize space-time patterns. Environment and Planning. Planning and design, 1992. V. 19. No 6. P. 639–650.
6. *Dransch D.* Computer-animation in der kartographie: theorie und praxis. Heidelberg: Springer, 1997. 145 p. (in German).
7. *Gribok M.V., Gubanov M.N., Igonin A.I., Kiselyova N.M., Kozhukhar A.Yu., Kotova T.V., Markova O.I., Maslennikova V.V., Nokelaynen T.S., Rubanov I.N., Rylskiy I.A., Tikunov V.S., Chereshnya O.Yu.* Role of complex mapping in environmental education to ensure the noospheric development of the regions. Materials of the I International environmental forum in Crimea “Crimea – ecological and economic region. The space of noosphere development”. Sevastopol, 2017. P. 433‒436 (in Russian).
8. *Harrower M.* A look at the history and future of animated maps. Cartographica: The international journal for geographic information and geovisualization. Toronto: University of Toronto Press, 2004. V. 39. No 3. P. 33–42.
9. *Harrower M.* The cognitive limits of animated maps. Cartographica: The International journal for geographic information and geovisualization, 2007. V. 42. No 4. P. 349–357.

10. *Harrower M.* Tips for designing effective animated maps. Cartographic perspectives, 2003. No 44. P. 63–65.
11. *Harrower M., Fabricant S.* The role of map animation for geographic visualization. Geographic visualization: concepts, tools and applications. New Jersey: Willey, 2008. P. 49–65.
12. *Kapralov E.G., Koshkaryov A.V., Tikunov V.S.* Fundamentals of geoinformatics. Textbook for university students in 2 books. Moscow: Akademia, 2004. 480 p. (in Russian).
13. *Moellring H.* Strategies of real-time cartography. Cartographic journal, 1980. No 17 (1). P. 12–15.
14. *Moellring H.* The potential uses of a computer animated film in the analysis of geographical patterns of traffic crashes. Accident analysis and prevention, 1976. P. 215–227.
15. *Peterson M. P.* Interactive and Animated Cartography. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1995. 464 p.
16. *Rylskiy I.A.* Construction of animated maps of the dynamics of forest cover and ploughing of the European part of Russia over the past 300 years. Proceedings of the International Conference InterCarto 6 “GIS for sustainable development of territories”. Apatity, 2000. V. 1. P. 117−121 (in Russian).
17. *Thrower N.J.* Animated cartography. The professional geographer, 1959. V. 11. No 6. P. 9–12.