

УДК 528.94:004.946

DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-4-74-87

## Применение виртуальных панорам в цифровом тематическом картографировании

*А. А. Колесников<sup>1</sup>, Я. Г. Пошивайло<sup>1\*</sup>, Е. С. Утробина<sup>1</sup>, С. А. Миронова<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,  
Российская Федерация

\* e-mail: yaroslava@ssga.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается развитие тематического картографирования в части создания виртуальных панорам как элемента современной цифровой тематической карты. Описаны особенности картографирования с использованием виртуальных панорам, приведены достоинства и недостатки данного способа отображения геопространства. На основе выполненных экспериментальных работ авторами предлагается общая технологическая схема создания тематической карты с элементами виртуального панорамного тура. Детально рассмотрены все технологические этапы: создание цифровой картографической основы, планирование полевых работ, съемка фотографий для панорам, обработка изображений, формирование панорамных снимков, создание панорамного тура и его публикация. Анализируется использование различного съемочного оборудования (смартфон, фотокамера со стандартным и fish-eye-объективами, специализированная камера для панорамной съемки) с позиций скорости и качества съемки, затрат на последующую обработку снимков. Приводятся фрагменты созданных во время исследования виртуальных туров.

**Ключевые слова:** виртуальная панорама, цифровое тематическое картографирование, виртуальный тур, панорамная съемка, сферическая панорама, монтаж 3D-тура

### *Введение*

Одним из современных направлений тематического картографирования является расширение традиционного картографического изображения виртуальными панорамами, которые с помощью интерактивных средств дают возможность визуализировать участок территории (помещения) посредством иллюзии перемещения наблюдателя в моделируемом пространстве. Современные технические устройства позволяют с высокой точностью связать панорамные изображения с координатами на земной поверхности и тем самым расширить информативность и наглядность географических карт. Еще в 2002 г. А. М. Берлянт [1] отмечал, что одним из свойств виртуальных гео-

изображений становится уменьшение знаковой и условности геоизображения и придание ему реалистических черт, что и характерно для виртуальных панорам. Картографическая основа может являться связующим звеном для отдельных виртуальных панорам и позволяет визуализировать геопространство в виде виртуального панорамного тура (ВПТ), который, таким образом, можно отнести к способам реалистичного отображения геопространства в псевдотрехмерном виде на экране электронного устройства. Панорамные туры нашли применение в различных сферах для удаленной демонстрации территорий или помещений, в том числе в туристических целях, поскольку могут подробно показать окружающую действительность из точки съемки. В об-

щем виде виртуальный тур состоит из элементов – сферических или цилиндрических панорам, соединенных между собой интерактивными ссылками-переходами. В качестве дополнительных элементов виртуальный тур может включать виртуальные 3D-объекты, фотографии, видео, звук и т. д.

Современный уровень аппаратно-программных средств позволяет реализовывать ВПТ только на основе web-технологий, без необходимости установки дополнительного программного обеспечения. Такой подход также дает возможность интегрировать элементы тура с современными картографическими web-сервисами.

В Сибирском государственном университете геосистем и технологий (СГУГиТ) на период до 2030 г. принята «Стратегия цифровой трансформации», одним из важнейших направлений которой является разработка и продвижение качественного образовательного мультимедийного контента, ориентированного на разную целевую аудиторию как вуза, так и внешних потребителей, к которому относится, в том числе, создание виртуальных панорамных туров [2]. Для развития IT-инфраструктуры цифровой среды СГУГиТ планируется создание полнофункционального центра VR/AR-симуляторов и тренажеров, позволяющих повысить скорость освоения современных технологий и образовательного контента в онлайн-формате.

### Методы и материалы

При планировании панорамного тура необходимо заранее спланировать на общегеографической основе размещение точек съемки, учитывая принципы максимального охвата картографируемой территории и отсутствия «белых пятен».

Панорамные туры создаются на основе панорамных фотографий, которые представляют собой растровые изображения, отображающие действительность с углом обзора по горизонтали и вертикали  $180^\circ$ , что больше или равно среднестатистическому полю зрительного аппарата человека (или стандартного объектива фотоаппарата). Углы виртуальной панорамы могут как минимум вдвое превышать этот же параметр, обычно же они составляют  $360^\circ$  по горизонтали и  $180^\circ$  по вертикали, что и является характерной чертой данных изображений. Панорамное изображение сшивают из множества снимков (фрагментов) в сферической или цилиндрической проекциях. Для выполнения панорамной съемки чаще всего используются широкоугольные и сверхширокоугольные объективы типа fish-eye («рыбий глаз»).

Сегодня панорамы с любыми углами обзора создаются цифровыми съемочными системами и программным обеспечением для автоматической сшивки фотографий, что позволяет получить снимки, необходимые для панорамы буквально нажатием одной кнопки [3–6].

Для демонстрации панорамы фотография проецируется на внутреннюю поверхность сферы в трехмерной сцене таким образом, чтобы зритель находился в центре нее, мог вращать ее и наблюдать окружающие объекты; для этого применяется специализированное программное обеспечение. Сферическую панораму размещают в виде элемента web-страницы или как отдельное мобильное или настольное приложение. Таким образом ВПТ можно просматривать как на компьютере, так и на мобильном устройстве, получая иллюзию перемещения в пространстве [7–10].

Существует несколько видов панорам (сферическая, «рыбий глаз», кубическая, цилиндрическая), которые представлены на рис. 1.

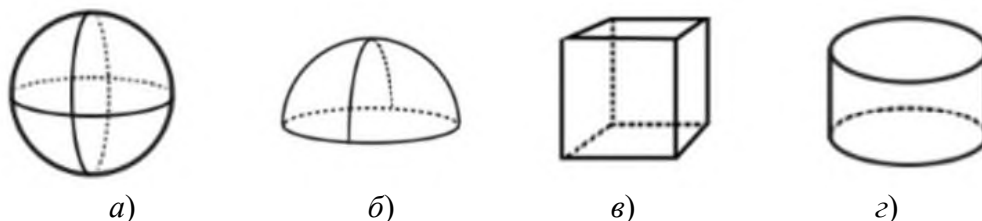


Рис. 1. Виды панорам:

а) сферическая; б) «рыбий глаз» / купол; в) кубическая; г) цилиндрическая [9]

В работе нами использовались сферические панорамы, для получения которых необходимо сфотографировать все пространство вокруг из одной и той же точки. Сохранение единой точки съемки важно, так как даже незначительный сдвиг будет влиять на качество автоматической сшивки отдельных фотографий в цельную панораму [3–10].

На сегодняшний день для создания виртуальных экскурсий доступны следующие виды оборудования:

- мобильные телефоны со специализированным программным обеспечением;
- фотоаппараты со стандартными объективами;
- фотоаппараты с широкоугольным объективом fish-eye;
- специальное оборудование для панорамной съемки (например, панорамные камеры с охватом 360 °).

На кафедре картографии и геоинформатики СГУГиТ в рамках научно-исследовательской работы ведется проект «Создание виртуальных панорам».

Одной из целей проекта является разработка и апробация процесса создания сферических панорам и создание виртуального панорамного тура «Монумент Славы воинов-сибиряков» и сквера Славы г. Новосибирска на основе web-технологий.

Задачи проекта:

- ознакомиться с теоретической базой;
- произвести фотосъемку в полевых условиях;
- выполнить сшивку фотографий в панорамы посредством специализированного программного обеспечения;
- проанализировать и сделать выводы о качестве, удобстве и скорости работы с каждым из использованных видов оборудования;
- создать виртуальный панорамный тур.

В соответствии с приведенным ранее списком оборудования были опробованы основные варианты съемки:

- мобильный телефон с установленным программным обеспечением (ПО) для создания панорамных снимков;
- зеркальный фотоаппарат Canon EOS 70D на штативе с использованием штатного объектива 18 мм;

– зеркальный фотоаппарат Canon EOS 70D с широкоугольным объективом типа fish-eye Samyang 8 мм t/3.5 A IF UMC;

– зеркальный фотоаппарат Canon EOS 70D с использованием стандартного объектива 18 мм на специализированном штативе для съемки панорам Manfrotto MH057A5;

– зеркальный фотоаппарат Canon EOS 70 D с широкоугольным объективом типа fish-eye Samyang 8 мм t/3.5 A IF UMC на специализированном штативе для съемки панорам Manfrotto MH057A5;

– панорамная камера Insta360 Pro 2.

С увеличением угла обзора объектива процесс получения сферических панорам упрощается. Например, для съемки стандартной зеркальной камерой с кроп-фактором 1,6 и объективом, входящим в базовый комплект с фокусным расстоянием 18 мм, следует выполнить 12 кадров с шагом съемки 30° в три ряда фотографий, а также фото зенита и надира; итого 38 кадров. С объективом типа fish-eye достаточно выполнить от 8 до 12 вертикальных кадров, но при этом важно учитывать тот факт, что чем меньше кадров в панораме, тем меньше ее итоговое разрешение. Также важно сохранение одной и той же точки съемки, поскольку сдвиг значительно влияет на качество автоматической сшивки отдельных фотографий при создании итоговой панорамы [3, 11–15].

Использование панорамной камеры значительно упрощает процесс съемки за счет того, что такие камеры имеют два и более объектива, что позволяет одновременно произвести сразу несколько снимков и их последующую склейку с покрытием в 360°. Таким образом, получается готовая панорамная фотография в эквидистантной проекции [3]. Недостатком является высокая стоимость данного оборудования.

Съемка с помощью камеры смартфона по своему принципу аналогична съемке обычным фотоаппаратом, но она упрощается за счет специализированного программного обеспечения, которое указывает на экране, в какую сторону следует переместить камеру. Также отслеживается необходимый процент перекрытия и выполняется автоматическая сшивка изображения в готовую панораму. Основной

недостаток этого варианта: большинство программ в бесплатной версии позволяют создать только панораму в 180° и размещать ее для просмотра только на собственных сервисах, без возможности выгрузки в отдельный файл [3–14].

### Результаты

В ходе работ была разработана укрупненная технологическая схема создания панорамного тура и выделены особенности от-

дельных этапов [15, 16]. Данная схема представлена на рис. 2 и включает названия этапов и результаты, получаемые по каждому из них.

1. *Подготовительный этап* включает изучение территории для выполнения работы, подбор и планирование точек съемки (места, где будет устанавливаться штатив). Если требуется связывать отдельные панорамы в единый тур, то для производства съемки между соседними 3D-панорамами должна быть прямая видимость.



Рис. 2. Технологическая схема создания виртуального панорамного тура

2. *Съемка панорам.* В случае создания тура для открытой местности значительным плюсом будет выполнение панорамной съемки с помощью беспилотного летательного аппарата (БПЛА) (рис. 3). «Воздушные» панорамы при этом позволят увеличить количество точек перехода и обеспечить пользователю просмотр территории сверху, что значительно упростит ориентирование в пространстве территории съемки. Также съемка с БПЛА позволит создать план местности на основе ортофотоплана, что будет являться дополнительным инструментом навигации [17–19].

Качество исходного фотоматериала влияет на скорость обработки и шивки изображения и поэтому следует соблюдать следующие рекомендации:

– рекомендуется использование специального штатива (наклон фотоаппарата важно сохранять неизменным во время съемки всего ряда) или отвеса при съемке с рук;

– перекрытие соседних фотографий должно составлять не менее 20–25 %, а для надежности лучше 50 %. Поэтому необходимо заранее определить шаг съемки (угол поворота вращения камеры) и количество кадров исходя из имеющегося оборудования (угла обзора объектива и матрицы фотоаппарата);

– количество рядов вычисляется с учетом вертикального угла захвата объектива и вышеуказанного перекрытия и суммарного угла 180°;

– для полноты картины местности и возможности выбора более удачных фотографий рекомендуется сделать несколько дополнительных кадров с каждого ракурса;

– для того чтобы снимки имели одинаковую экспозицию, съемку рекомендуется выполнять в ручном режиме с высоким качеством снимков – в RAW-формате;

– настройка диафрагмы должна соответствовать F10–12 мм, при этом значение выдержки необходимо выставлять в зависимости от окружающего освещения;

– баланс белого можно использовать как в автоматическом режиме, так и задать его точное значение вручную [3].

При выполнении работ на точке съемки выполняется фокусировка на объект, после чего автофокус необходимо отключить. Далее последовательно выполняется съемка по кадрам с поворотом объектива на заданный шаг до тех пор, пока не будут готовы все части будущей круговой панорамы. После завершения съемки на 360° можно приступить к следующему ряду.



Рис. 3. Съемка с квадрокоптера

3. *Обработка фотоснимков.* Полученные снимки необходимо обработать и конвертировать из формата RAW в JPEG.

Для этого лучше использовать программу Adobe Lightroom либо любой другой альтернативный растровый редактор, который содержит все основные инструменты, позволяющие:

- скорректировать баланс белого и экспозицию;
- вытянуть тени;
- произвести цветокоррекцию и другие преобразования.

Возможно использование специальных плагинов, которые помогут получить HDR-изображения из серии фотографий, сделанных с разной выдержкой.

4. *Редактирование зенита и надира.* Данный этап является важной составляющей частью процесса создания качественной сферической панорамы, дающей возможность просматривать ее цельным изображением без разрывов и полос. С этой целью выполняется редактирование верхней и нижней части полученной панорамы с использованием программ растровой графики [20, 21].

В результате проведенной научно-исследовательской работы выявлены возможные варианты:

- в программе Adobe Photoshop использование плагина Super Cubic или автоматическое заполнение надира в стиле Google Street View;
- ретуширование с использованием специального инструмента программы Pano2VR;
- ретуширование надира с использованием любого растрового редактора, например, логотипом или иным графическим элементом;
- задание ограниченных зон просмотра панорамы по вертикали.

5. *Формирование панорамного снимка из отдельных кадров* при помощи специального программного обеспечения. На этом этапе выполняется автоматизированная сшивка всех обработанных кадров, составляющих панорамное изображение (рис. 4).

Для решения этой задачи использовалось бесплатное программное обеспечение Hugin, алгоритмы сшивки которого являются одним из негласных стандартов предлагаемой технологии.



Рис. 4. Пример панорамного снимка

6. *Создание панорамного тура.* Этот процесс подразумевает связывание панорам в единый виртуальный тур путем размещения точек перехода (стрелок) из одной сцены в другую (рис. 5). Дополнительно разрабатывается меню навигации, содержащее кнопки для управления обзором и дополнительные

функции (доступ к плану панорам, описанию тура, поисковой системе и т. д.).

Кроме того, возможно дополнение тура интерактивными и мультимедийными элементами (информационные вставки, звуковое сопровождение, фотографии и видеоролики).



Рис. 5. Точки перехода (стрелки) из одной сцены в другую

С точки зрения формата итогового продукта можно выделить три основных варианта панорамного тура: компьютерный, для мобильных устройств и для просмотра в браузере. Современный уровень программно-аппаратного обеспечения, а также коммуникационных технологий, как правило, позволяет обеспечить все необходимые функции тура только с помощью браузера, причем как на полноценном компьютере или ноутбуке, так и в браузере мобильного устройства. Кроме того, этот вариант позволяет максимально расширить потенциальную аудиторию пользователей. Поэтому основное внимание при выборе программного обеспечения было уделено возможностям и функциям по подготовке виртуального тура для размещения в сети Интернет [22–24].

Среди коммерческих вариантов наибольшую известность получили KRpano, TourWeaver, Pano2VR. По причине значительных ограничений демонстрационных версий этих продуктов для создания рассматривались продукты с открытым исходным кодом Panolens

(<https://pchen66.github.io/Panolens/>) и Marzipano (<https://www.marzipano.net/>). Второй вариант обладает удобным графическим онлайн-редактором панорамных туров, но содержит меньше функций в базовом программном обеспечении и гораздо менее подробную документацию по разработке собственных инструментов и модулей. Panolens представляет собой JavaScript-библиотеку с возможностью отображения панорам разных форматов, расстановки точек перехода и информационных сообщений. Также присутствуют дополнительные функции размещения интерактивных трехмерных объектов и отображения панорамных видеороликов. Основным недостатком этого программного продукта является то, что многие параметры и структуру переходов тура приходится прописывать в программном коде [25].

7. *Публикация.* Задачей публикации является подготовка и адаптация виртуального тура для его воспроизведения на различных устройствах: компьютерах, мобильных телефонах, шлемах виртуальной реальности.

Для того чтобы продемонстрировать пользователю созданный виртуальный тур, его необходимо опубликовать в сети Интернет. На текущий момент существует несколько возможностей для публикации виртуального тура: на отдельном хостинге, в социальных сетях, на специальных сервисах для размещения медиаконтента (например, Youtube и Vimeo, в том числе в формате видео 360°), в картографических web-сервисах (например, Яндекс, Google, Booking). Выполненные нами туры были размещены на сервисе хостинга Github Pages [26–28].

### Заключение

Все вышеперечисленные способы позволяют создавать панорамные снимки, из которых при необходимости можно сформировать любой виртуальный тур. По результатам сравнения временных затрат и качества полученных панорам было выявлено преимущество применения специализированной камеры. Наиболее затратным по времени спосо-

бом был способ с использованием стандартного объектива.

Также было отмечено, что при съемке, продолжающейся несколько часов, с большой вероятностью будет наблюдаться изменение освещенности, что связано со сменой погодных условий и времени суток, и это может негативно повлиять на целостное восприятие виртуального тура.

Результатом проведенных исследований стали панорамные туры по мемориальному комплексу «Монумент славы воинов-сибиряков» и скверу Славы г. Новосибирска, созданные разными способами (рис. 6). Такие туры особенно востребованы гражданами с ограниченными возможностями здоровья, а также иногородним гражданами для виртуальных путешествий по достопримечательностям.

Также интересен опыт создания виртуальных туров для визуализации интерьеров: лицей № 130 (рис. 7), выставочный центр СО РАН (рис. 8), школа № 215 г. Новосибирска (рис. 9), архитектурно-строительный колледж (рис. 10).



Рис. 6. Фрагмент виртуального тура «Монумент славы воинов-сибиряков»



Рис. 7. Фрагменты виртуального тура «Лицей № 130»





Рис. 8. Фрагменты виртуального тура «Выставочный центр СО РАН»

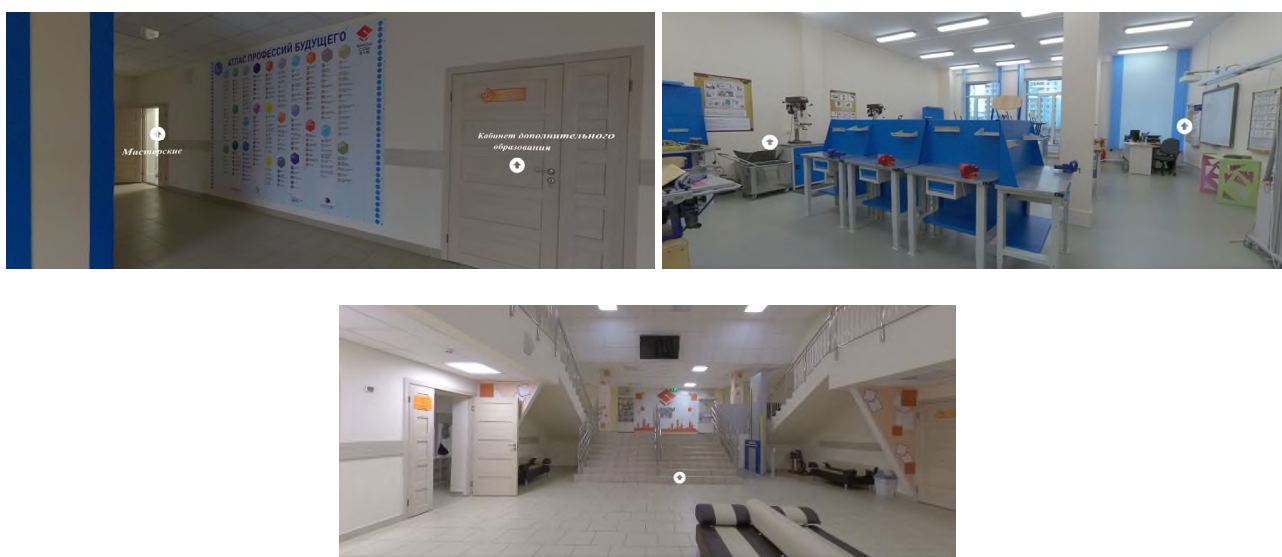


Рис. 9. Фрагменты виртуального тура «Школа № 215»



Рис. 10. Фрагменты виртуального тура «Архитектурно-строительный колледж»

Возможности тематической картографии постоянно расширяются за счет интеграции достижений ИТ-отрасли. Виртуальные панорамы относительно просты в реализации, но они уступают технологиям виртуальной и дополненной реальности в интерактивности и детализации. Виртуальная панорама – это, по сути, единый растровый массив данных,

что затрудняет вычленение и изучение отдельных пространственных объектов и связывание их с записями базы данных. Поэтому, на наш взгляд, технологии виртуальной и дополненной реальности, несмотря на их техническую сложность, будут еще более активно использоваться в тематическом картографировании наряду с панорамными турами.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Берлянт А. М. Виртуальные геоизображения. – М. : Научный мир, 2001. – 56 с.
2. Стратегия цифровой трансформации Сибирского государственного университета геосистем и технологий на 2022–2030 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://sgugit.ru/upload/science-and-innovations/C%20защитой\\_Стратегия%20ЦТ-22-30-СГУГиТ-ИТОГ.pdf?ysclid=l6bwk8g9p6628078322](https://sgugit.ru/upload/science-and-innovations/C%20защитой_Стратегия%20ЦТ-22-30-СГУГиТ-ИТОГ.pdf?ysclid=l6bwk8g9p6628078322).
3. Как сделать виртуальный 3D тур из сферических 3D панорам 360. Вокруг 3D [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vokrug3d.ru/virtualnye-tury/kak-sdelat-virtualnyu-ekskursiyu-3d-tur-panorama.html>.
4. Артамонова А. А., Пелина А. Н., Кузьякина М. В. Виртуальные панорамные туры как средство популяризации туристских объектов // Курортно-рекреационный комплекс в системе регионального развития: инновационные подходы. – 2017. – № 1. – С. 357–360.
5. Коптенко Е. В., Савенко А. В., Трунников М. В. и др. Разработка сервиса для автоматизированного создания виртуальных панорамных туров по локациям средствами Yandex Maps API [Электронный ресурс] // Техника. Технологии. Инженерия. – 2020. – № 1 (15). – С. 9–13. – Режим доступа: <https://moluch.ru/th/8/archive/152/4853/>.
6. Gusti N., Mega N., Anthony S., Yudiastra P. P. Knowledge Discovery And Virtual Tour To Support Tourism Promotion // IAIC Transactions on Sustainable Digital Innovation (ITSDI). – 2020. – No 2 (2). – P. 94–106. – DOI 10.34306/itsdi.v2i2.387.
7. Дмитриев В. С. Современные средства для разработки панорамных туров в сфере образования // Фундаментальные основы инновационного развития науки и образования : сб. ст. II Междунар. науч.-практ. конф. в 3 ч. – Пенза : Наука и Просвещение, 2018. Ч. 1. – С. 103–105.
8. Aznoora O., Nur I., Wahab A. N., Norfiza I. Interactive Virtual Campus Tour using Panoramic Video: A Heuristic Evaluation // Journal of Computing Research and Innovation. – 2020. – No. 5. – P. 1–7. – DOI 10.24191/jcrinn.v5i4.160.
9. Коптенко Е. В., Лагерев Н. В., Савенко А. В., Фомин И. И. Методы построения виртуальных панорамных туров // Физико-техническая информатика (СРТ 2020) : материалы 8-й Междунар. конф. – Н. Новгород, 2020. – С. 85–88.
10. Дмитриев Д. А., Филинских А. Д. Создание виртуальных экскурсий // КОГРАФ-2018 : сб. материалов 28-й Всероссийской науч.-практ. конф. по графическим информационным технологиям и системам. – Н. Новгород : Нижегородский государственный технический ун-т им. Р. Е. Алексеева, 2018. – С. 32–38.
11. Алсадаева Л. П., Шулунова И. Р. Виртуальные туры: структура и создание // Образование и наука : сб. ст. национальной науч.-практ. конф. – Улан-Удэ : Бурятский государственный ун-т им. Доржи Банзарова, 2020. – С. 213–218.
12. Булаев А. А., Жидков А. В. Разработка виртуального 3D-тура УЛГУ // Ученые записки УЛГУ. Сер. Математика и информационные технологии. – 2020. – № 2. – С. 1–6.
13. Boukerch I., Takarli B., Saidi K., Karich M., Meguenni M. Development of panoramic virtual tours system based on low cost devices // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. – 2021. – XLIII-B2-2021. – P. 869–874. – DOI 10.5194/isprs-archives-XLIII-B2-2021-869-2021.
14. Chi X., Qiao C., Jiangchuan L., Zhi W., Yueming H. Smartphone-Based Crowdsourcing for Panoramic Virtual Tour Construction // IEEE International Conference on Multimedia & Expo Workshops (ICMEW). – 2018. – P. 1–4. – DOI 10.1109/ICMEW.2018.8551525.
15. Филинских А. Д., Бабинова М. В., Шутов А. А. Виртуальный тур по СОК «Ждановец»: от идеи до прогулки // КОГРАФ-2021 : сб. материалов 31-й Всероссийской науч.-практ. конф. по графическим

информационным технологиям и системам. – Н. Новгород : Нижегородский государственный технический ун-т им. Р. Е. Алексеева, 2021. – С. 136–143.

16. Зорин В. Пошаговый план создания сферической 3D панорамы : метод. пособие. Школа панорамной фотографии. – 2018. – 15 с.

17. Lai J.-S., Peng Y.-C., Chang M.-J., Huang J.-Y. Panoramic Mapping with Information Technologies for Supporting Engineering Education: A Preliminary Exploration // ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2020. – No. 9 (11). – P. 689. – DOI 10.3390/ijgi9110689.

18. Жаксыбава Ж., Сейдалиева Г. О. Технологии создания виртуальных туров // Colloquium-journal. – 2018. – № 4–1 (15). – С. 30–34.

19. Koptenok E., Lagereva N., Savenko A., Fomin I. Methods for constructing virtual panoramic tours // International Conference «Computing for Physics and Technology – CPT 2020». – 2020. – С. 85–88. – DOI 10.30987/conferencearticle\_5fd755bfc5fd33.19622200.

20. Ткаченко И. С., Зори С. А. Исследование методов создания сферических панорам для систем виртуальной реальности // Программная инженерия: методы и технологии разработки информационно-вычислительных систем (ПИИВС-2020) : сб. науч. тр. III Междунар. науч.-практ. конф. (студ. секция). – Донецк, 2020. – С. 138–143.

21. Шардаков В. М., Тлегунова Т. Е., Пирязев М. М., Кобылкин Д. С. Проектирование модели виртуального тура в Оренбургском государственном университете // Современные наукоемкие технологии. – 2021. – № 3. – С. 101–105.

22. Maicas J. M., Viñals M. J. Design of a Virtual Tour for the Enhancement of Llíria's Architectural and Urban Heritage and Its Surroundings // Virtual Archaeology Review. – 2017. – Vol. 8 (17). – P. 42–48. – DOI 10.4995/var.2017.5845.

23. Neovesky A., Peinelt J. A Virtual Tour to the Inscriptions of the UNESCO World Heritage Site St. Michael in Hildesheim // Electronic Visualisation and the Arts (EVA 2015). – London, UK, 2015. – P. 285–290. – DOI 10.14236/ewic/eva2015.31.

24. Калинин А. А., Карпова А. А., Кулишова А. Д. Концепция создания виртуального панорамного тура по гостиничному комплексу «Царская деревня» // Вестник Ассоциации вузов туризма и сервиса. – 2019. – Т. 13, № 2. – С. 52–57.

25. Виртуальные туры и панорамы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://3dtur360.ru> (дата обращения 11.02.2022).

26. Орлова Н. В. Методы и технологии обучения IT-специалистов синтезу 3D-изображений и разработке 3D-туров // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2014. – № 10. – С. 140–144.

27. Баландина И. В., Баландин А. А. Обзор программных продуктов для создания веб-ориентированной системы «Виртуальный тур по ШГПУ» // Молодой ученый. – 2016. – № 10 (114). – С. 33–35. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/114/29920/> (дата обращения: 11.02.2022).

28. Frank E. A. Framework for Interactive Virtual Tours // European Journal of Electrical Engineering and Computer Science. – 2019. – No. 3 (6). – P. 1–7. – DOI 10.24018/ejese.2019.3.6.153.

### Об авторах

*Алексей Александрович Колесников* – кандидат технических наук, доцент кафедры картографии и геоинформатики.

*Ярослава Георгиевна Пошивайло* – кандидат технических наук, зав. кафедрой картографии и геоинформатики.

*Елена Степановна Утробина* – кандидат технических наук, доцент кафедры картографии и геоинформатики.

*Светлана Анатольевна Миронова* – инженер кафедры картографии и геоинформатики.

Получено 05.04.2022

© А. А. Колесников, Я. Г. Пошивайло, Е. С. Утробина, С. А. Миронова, 2022

## Using of virtual panoramas in thematic mapping

A. A. Kolesnikov<sup>1</sup>, Y. G. Poshivaylo<sup>1\*</sup>, E. S. Utrobina<sup>1</sup>, S. A. Mironova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

\* e-mail: yaroslava@ssga.ru

**Abstract.** The article discusses the development of thematic mapping in terms of creating virtual panoramas, as an element of a modern digital thematic map. The features of mapping using virtual panoramas are described, the advantages and disadvantages of this method of displaying geospace are given. Based on the experimental work, the authors propose a general technological scheme for creating a thematic map with elements of a virtual panoramic tour. All technological stages are considered in detail: the creation of a digital cartographic basis, planning of field work, photography, image processing, formation of panoramic images, creation of a panoramic tour and its publication. The use of various shooting equipment (smartphone, camera with standard and fisheye lens, specialized camera for panoramic shooting) is analyzed in terms of the speed, quality and cost of post-processing images. Fragments of virtual tours created in the course of the study are shown.

**Keywords:** virtual panorama, digital thematic mapping, virtual tour, panoramic shooting, spherical panorama, 3D tour design

### REFERENCES

1. Berlyant, A. M. (2001). *Virtual'nye geoizobrazheniia [Virtual geoimages]*. Moscow: Nauchnyi mir Publ., 56 p. [in Russian].
2. Digital transformation strategy of the Siberian State University of Geosystems and Technologies for 2022–2030. Retrieved from [https://sgugit.ru/upload/science-and-innovations/C%20protection\\_Strategy%20TsT-22-30-SGUGiT-ITOG.pdf?ysclid=16bwk8g9p6628078322](https://sgugit.ru/upload/science-and-innovations/C%20protection_Strategy%20TsT-22-30-SGUGiT-ITOG.pdf?ysclid=16bwk8g9p6628078322) [in Russian].
3. How to make virtual 3D tour from spherical 3D panoramas 360. Around 3D. (n. d). Retrieved from <https://vokrug3d.ru/virtualnye-tury/kak-sdelat-virtualnuyu-ekskursiyu-3d-tur-panorama.html> [in Russian].
4. Artamonova, A. A., Pelina, A. N., & Kuzyakina, M. V. (2017). Virtual Panoramic Tours as a Means of Popularization of Tourist Sites. *Kurortno-rekreatsionnyy kompleks v sisteme regional'nogo razvitiya: innovatsionnyye podkhody [Resort and Recreation Complex in the System of Regional Development: Innovative Approaches]*, 1, 357–360 [in Russian].
5. Koptenok, E. V., Savenko, A. V., Trunnikov, M. V., & et al. (2020). Development of a service for the automated creation of virtual panoramic tours of locations using the Yandex Maps API. *Tekhnika. Tekhnologii. Inzheneriya [Technique. Technology. Engineering]*, 1(15), 9–13. Retrieved from <https://moluch.ru/th/8/archive/152/4853/> [in Russian].
6. Gusti, N., Mega, N., Anthony, S., & Yudiastra, P. P. (2020). Knowledge Discovery And Virtual Tour To Support Tourism Promotion. *IAIC Transactions on Sustainable Digital Innovation (ITSDI)*, 2(2), 94–106. doi: 10.34306/itsdi.v2i2.387.
7. Dmitriev, V. S. (2018). Modern tools for the development of panoramic tours in the field of education. In *Sbornik statey II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: ch. 1. Fundamental'nyye osnovy innovatsionnogo razvitiya nauki i obrazovaniya [Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference: Ch. 1. Fundamental Bases of Innovative Development of Science and Education]* (pp. 103–105). Penza: Nauka i Prosveshchenie Publ. [in Russian].
8. Aznoora, O., Nur, I., Wahab, A. N., & Norfiza, I. (2020). Interactive Virtual Campus Tour using Panoramic Video: A Heuristic Evaluation. *Journal of Computing Research and Innovation*, 5, 1–7. doi: 10.24191/jcrinn.v5i4.160.
9. Koptenok, E. V., Lagerev, N. V., Savenko, A. V., & Fomin, I. I. (2020). Methods for constructing virtual panoramic tours (2020). In *Sbornik materialov 8-oi Mezhdunarodnoy konferentsii: Fiziko-tekhnicheskaia informatika (CPT 2020) [Proceedings of the 8th International Conference: Physical and Technical Informatics (CPT 2020)]* (pp. 85–88). Nizhny Novgorod [in Russian].
10. Dmitriev, D. A., & Filinsky, A. D. (2018). Creation of virtual tours. In *Sbornik materialov KOGRAF-2018: 28-i Vserossiiskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii po graficheskim informatsionnym tekhnologiyam i sistemam [COGRAPH-2018. Proceedings of the 28th All-Russian Scientific and Practical Conference on*

*Graphic Information Technologies and Systems*] (pp. 32–38). Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State Technical University n. a. R. E. Alekseev Publ. [in Russian].

11. Alsadaeva, L. P., & Shulunova, I. R. (2020). Virtual tours: structure and creation. *Obrazovaniye i nauka. Sbornik statey natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Proceedings of the National Scientific and Practical Conference: Education and Science]* (pp. 213–218). Ulan-Ude: Buryat State University named after Dorzhi Banzarov Publ. [in Russian].

12. Bulaev, A. A., & Zhidkov, A. V. (2020). Development of a virtual 3D-tour of the USU. *Uchenye zapiski UIGU. Seriya: Matematika i informatsionnye tekhnologii [Uchenye zapiski UIGU. Series: Mathematics and Information Technology]*, 2, 1–6 [in Russian].

13. Boukerch, I., Takarli, B., Saidi, K., Karich, M., & Meguenni, M. (2021). Development of panoramic virtual tours system based on low cost devices. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLIII-B2-2021*, 869–874. doi: 10.5194/isprs-archives-XLIII-B2-2021-869-2021.

14. Chi, X., Qiao, C., Jiangchuan, L., Zhi, W., & Yueming, H. (2018). Smartphone-Based Crowdsourcing for Panoramic Virtual Tour Construction. *IEEE International Conference on Multimedia & Expo Workshops (ICMEW)* (pp. 1–4). doi: 10.1109/ICMEW.2018.8551525.

15. Filinsky, A. D., Babinova, M. V., & Shutov, A. A. (2021). Virtual tour of the «Zhdanovets» SOK: from an idea to a walk. In *Sbornik materialov KOGRAF-2021: 31-i Vserossiiskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii po graficheskim informatsionnym tekhnologiyam i sistemam [COGRAPH-2021. Proceedings of the 31st All-Russian Scientific and Practical Conference on Graphic Information Technologies and Systems]* (pp. 136–143). Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State Technical University n. a. R. E. Alekseev Publ. [in Russian].

16. Zorin, V. (2018). *Poshagovyy plan sozdaniya sfericheskoy 3D panoramy [A step-by-step plan for creating a spherical 3D panorama]*. School of panoramic photography, 15 p [in Russian].

17. Lai, J.-S., Peng, Y.-C., Chang, M.-J., & Huang, J.-Y. (2020). Panoramic Mapping with Information Technologies for Supporting Engineering Education: A Preliminary Exploration. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(11), P. 689. doi: 10.3390/ijgi9110689.

18. Zhaksybava, Zh., & Seidalieva, G. O. (2018). Technologies for creating virtual tours. *Colloquium-journal*, No. 4–1(15), 30–34 [in Russian].

19. Koptenok, E., Lagereva, N., Savenko, A., & Fomin, I. (2020). Methods for constructing virtual panoramic tours. *Proceedings of International Conference: Computing for Physics and Technology – CPT 2020*, (pp. 85–88). doi: 10.30987/conferencearticle\_5fd755bfc5fd33.19622200.

20. Tkachenko, I. S., & Zori, S. A. (2020). Study of methods for creating spherical panoramas for virtual reality systems. In *Sbornik nauchnykh trudov III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (studentcheskaya sektsiya) Programnaya inzheneriya: metody i tekhnologii razrabotki informatsionno-vychislitel'nykh sistem (PIIVS-2020) [Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference (Student Section): Software Engineering: Methods and Technologies for the Development of Information and Computing Systems (PIIVS-2020)]* (pp. 138–143). Donetsk [in Russian].

21. Shardakov, V. M., Tlegenova, T. E., Piryazev, M. M., & Kobylkin, D. S. (2021). Designing a virtual tour model at the Orenburg State University. *Sovremennyye naukoymkiye tekhnologii [Modern Science-Intensive Technologies]*, 3, 101–105 [in Russian].

22. Maicas, J. M., & Viñals, M. J. (2017). Design of a Virtual Tour for the Enhancement of Llíria'S Architectural and Urban Heritage and Its Surroundings. *Virtual Archaeology Review*, 8(17), 42–48. doi: 10.4995/var.2017.5845.

23. Neovesky, A., & Peinelt, J. A. (2015). Virtual Tour to the Inscriptions of the UNESCO World Heritage Site St. Michael in Hildesheim. *Electronic Visualisation and the Arts (EVA 2015)* (pp. 285–290). London, UK. doi: 10.14236/ewic/eva2015.31.

24. Kalinin, A. A., Karpova, A. A., & Kulishova, A. D. (2019). The concept of creating a virtual panoramic tour of the hotel complex "Tsar's Village". *Vestnik Assotsiatsii vuzov turizma i servisa [Bulletin of the Association of Higher Educational Institutions of Tourism and Service]*, 13(2), 52–57 [in Russian].

25. Virtual tours and panoramas. (n. d). Retrieved from <http://3dtur360.ru> (accessed February 11, 2022) [in Russian].

26. Orlova, N. V. (2014). Methods and technologies for teaching IT specialists to synthesize 3D images and develop 3D tours. *Sovremennyye informatsionnye tekhnologii i IT-obrazovaniye [Modern Information Technologies and IT Education]*, 10, 140–144 [in Russian].

27. Balandina, I. V., & Balandin, A. A. (2016). Review of software products for creating a web-based system "Virtual tour of the SHPU". *Molodoy uchenyy [Young Scientist]*, 10(114), 33–35. Retrieved from <https://moluch.ru/archive/114/29920/> (accessed February 11, 2022) [in Russian].

28. Frank, E. A. (2019). Framework for Interactive Virtual Tours. *European Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 3(6), 1–7. doi: 10.24018/ejece.2019.3.6.153 [in Russian].

#### **Author details**

*Aleksey A. Kolesnikov* – Ph. D., Associate Professor, Department of Cartography and Geoinformatics.

*Yaroslava G. Poshivaylo* – Ph. D., Head of Department of Cartography and Geoinformatics.

*Elena S. Utrobina* – Ph. D., Associate Professor, Department of Cartography and Geoinformatics.

*Svetlana A. Mironova* – Engineer, Department of Cartography and Geoinformatics.

Received 05.04.2022

© *A. A. Kolesnikov, Y. G. Poshivaylo, E. S. Utrobina, S. A. Mironova, 2022*