

## **ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЕДИНОГО ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА**

***Сергей Романович Горобцов***

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, тел. (913)471-55-67, e-mail: sergey@gorobtsov.com

***Владимир Иванович Обиденко***

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, проректор по среднему профессиональному образованию – директор Новосибирского техникума геодезии и картографии, доцент кафедры космической и физической геодезии, тел. (383)221-25-64, e-mail: ovi62@yandex.ru

Современное геодезическое обеспечение является неотъемлемым и важнейшим элементом процесса сбора пространственной информации. В статье рассмотрены геодезические методы для создания единого геоинформационного пространства: оцифровка картографических материалов, методы наземных съемок (электронных тахеометров, 3D лазерного сканирования), дистанционного зондирования и методы глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS. Приведены рекомендуемые варианты преобразования между системами координат СК-95 и ГСК-2011. Проведен сравнительный анализ рассмотренных геодезических методов для сбора геоданных. Рассмотрен российский и зарубежный рынок специализированного ПО для обработки геоданных, а также сделаны соответствующие выводы.

**Ключевые слова:** геодезия, геодезические методы, цифровая модель, цифровое представление, единое геоинформационное пространство, геопространство.

## **GEODESIC METHODS FOR CREATION OF UNIQUE GEOINFORMATION SPACE**

***Sergey R. Gorobtsov***

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying, phone: (913)471-55-67, e-mail: sergey@gorobtsov.com

***Vladimir I. Obidenko***

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Vice-rector for Secondary Professional Education – Director of Novosibirsk Technical School of Geodesy and Cartography, Associate Professor, Department of Space and Physical Geodesy, phone: (383)221-25-64, e-mail: ovi62@yandex.ru

Modern geodesic support is an integral and essential element of the process of collecting spatial information. The article considers geodesic methods for creating a unique geo-information space: digitization of cartographic materials, ground survey methods (electronic total stations, 3D laser scanning), remote sensing and methods of the global navigation satellite systems GLONASS and GPS. The article also contains recommended conversion options between the coordinate systems SK-95 and GSK-2011. A comparative analysis of the surveyed geodesic methods for geodata collection was carried out. Russian and foreign markets of specialized software for processing geodata are considered, appropriate conclusions are made.

**Key words:** geodesy, geodesic methods, digital model, digital representation, unique geoinformation space, geospace.

## *Введение*

Геодезическая деятельность осуществляется на определенной территории, являющейся частью географического пространства (геопространства).

Геопространство – географическая оболочка Земли, подлежащая изучению, отображению, моделированию в пределах ограниченной территории, периода времени, объектового состава, перечня и степени подробности его свойств, указанных потребителем пространственной информации [1].

Геопространство предназначено для использования в автоматизированных системах инвентаризации и проектирования объектов, навигации и управления, в том числе в геоинформационных системах (ГИС) и геопорталах [2, 3]. Оно образовано совокупностью географических данных (геоданных), географической информации (геоинформации) и формируемыми на их основе геоинформационными моделями.

Информационное пространство представляет собой совокупность объектов, которые вступают друг с другом в информационное взаимодействие. Также, информационным пространством можно назвать технологии, которые обеспечивают это информационное взаимодействие.

Информационное пространство образуется информационными ресурсами, средствами информационного взаимодействия и информационной инфраструктурой. Информационное пространство концентрируется на субъекте, который в процессе своей деятельности создает, присваивает, накапливает и транслирует информацию. Таким субъектом может выступать человек либо социальная группа, а также компании, органы государственного управления – все те, кто в ходе осуществления деятельности использует возможности современных информационных технологий, но, в любом случае, информационное пространство не может существовать без деятельности человека.

Сущность геодезического обеспечения территорий составляет комплекс процессов создания, представления, актуализации, распространения и использования пространственной информации на основе геодезического метода определения пространственного положения и формы предметов (включая процессы, явления и события) окружающего мира в геодезических системах координат.

Технический прогресс в области геодезических методов и технологий, их все более возрастающая доступность и простота в использовании обусловили существенное расширение областей применения этих методов в технологических процессах различных сфер деятельности. Поэтому в настоящее время геодезические методы часто включаются непосредственно в технологические информационные отраслевые процессы, что обеспечивает получение тематической, пространственно-локализованной информации, пригодной для междисциплинарного использования как части единого геоинформационного пространства. Кроме того, независимо от сферы деятельности, при решении любой

пространственной задачи для территории, предметом обработки является пространственная (координатная) информация, получаемая геодезическими методами.

Таким образом, геодезическое обеспечение территорий в современных условиях должно приобрести новую форму системного интегрирующего компонента, предназначенного для формирования и использования общего многоаспектного геоинформационного пространства, отображающего всю совокупность пространственных характеристик территорий. Следовательно, соответствующим образом должна изменяться методология выполнения геодезических работ и главная цель такого изменения – стремление к комплексности, многоаспектности в постановке задач на геодезическое обеспечение территорий, в результате которого получают геоинформационные продукты, сервисы и услуги, удовлетворяющие запросам максимального количества пользователей (потребителей) пространственных данных и пространственной информации [4, 5].

### ***Методы и материалы***

Геоинформационное пространство формируется на основе баз геопрограммных данных компьютерной среды с использованием собранной геоинформации и сформированных моделей изучаемой территории [6]. Программное обеспечение ГИС использует составляющие геоинформационного пространства с целью моделирования, решения пространственных задач, выработки пространственных решений и визуализации.

Созданные базы данных геопрограммной информации, совместно с геоинформационным программным обеспечением, могут быть эффективно использованы для решения задач определения метрических и морфометрических параметров объектов и территорий любых размеров, вплоть до глобального простираения: страна, континент, земной шар [7–10].

Для формирования массива геоинформации (геопрограммных данных) как основного, базового массива геоинформационного пространства могут применяться различные (полевые и камеральные) методы сбора и их сочетания: оцифровка картографических материалов, методы наземных съемок (электронная тахеометрия, 3D лазерное сканирование), дистанционного зондирования и методы глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС).

Одним из наиболее распространенных камеральных методов получения геопрограммных данных является метод оцифровки картографических материалов. Информационное обеспечение этого процесса базируется на трех компонентах – формате данных, правилах цифрового описания объектов и классификаторах. Способы оцифровки и представления картографического изображения в цифровом виде могут быть различными и зависят от характера картографического изображения и вида задач, в интересах которых картографическое изображение преобразуется в цифровой вид. При оцифровке, изображение объекта, состоящее из точек, линий и площадей, рассматривается как

множество точек, положение которых определяется координатами. Результаты оцифровки формируются в определенную файловую структуру.

Для формирования массива геопространственных данных для небольших территорий применяются полевые методы наземных топографических съемок (электронной тахеометрии, трехмерное лазерное сканирование), которые позволяют автоматизировать процессы сбора, передачи и обработки данных измерений с применением электронно-оптических геодезических приборов и специализированных программных комплексов.

Технологии топографических съемок локальных участков местности методом электронной тахеометрии в настоящее время достаточно хорошо проработаны и исследованы, имеют чрезвычайно широкое применение.

Технология трехмерного лазерного сканирования имеет определенные преимущества перед традиционными способами создания трехмерных цифровых моделей. Прежде всего – это высокое качество результатов (точность, цифровой вид) и оперативность работ. Кроме того, возможность бесконтактной съемки особенно важна при съемке объектов в зонах с повышенной опасностью. Также лазерное сканирование широко применяется с использованием беспилотных летательных аппаратов.

Эффективным методом получения геопространственных данных является дистанционное зондирование Земли, включающее аэрокосмическую съемку (зондирование), дешифрирование (распознавание) и фотограмметрическую обработку (измерение и моделирование) результатов зондирования.

Данный метод основан на способности земной поверхности отражать и испускать электромагнитное излучение, отдельные диапазоны которого регистрируются приемниками (кадровые и сканирующие) электромагнитного излучения, расположенными на авиационных или космических носителях.

К кадровым приемникам (включая панорамные) относятся фотоаппараты (аэрофотосъемочные и космические фотографирующие системы), регистрирующие видимый диапазон электромагнитного излучения системой «светофильтр – светочувствительная фотопленка/матрица». К сканирующим приемникам относятся приемники, использующие метод воздушного лазерного сканирования.

Материалы обработки данных дистанционного зондирования в виде цифровых геоинформационных моделей концентрируются в отраслевых геоинформационных пространствах.

Спутниковый метод определения координат позволяет реализовать пообъектное определение координат и наилучшим образом отвечает требованиям мониторинга геоинформационного пространства, поскольку, как правило, в этом пространстве изменения претерпевают отдельные объекты. Кроме того, он позволяет координировать не только стационарно расположенные объекты, но и динамические объекты, что крайне важно с позиций геоинформационного обеспечения. Учитывая эти особенности спутникового метода и относительную новизну его использования в геоинформационном обеспечении, рассмотрим возможности метода более детально.

Спутниковые технологии, основанные на применении глобальных навигационных спутниковых систем (ГЛОНАСС, GPS, Beidou, Galileo), прочно вошли в геодезическое производство. По сравнению с классическими геодезическими технологиями, они обладают рядом преимуществ:

- широкий диапазон точностей (от десятков метров до единиц миллиметров);
- высокая производительность труда (в 5–10 раз выше, чем в классических технологиях);
- экономическая эффективность, обусловленная отсутствием затрат на постройку высоких наружных геодезических знаков с целью обеспечения прямой видимости между наблюдаемыми пунктами;
- независимость от погодных условий;
- высокая степень автоматизации;
- возможность выполнения наблюдений в движении и др.

Эти преимущества существенно перекрывают недостатки спутниковых технологий, из которых главными являются сравнительно высокая стоимость оборудования, зависимость от препятствий вблизи антенны, необходимость достаточно сложных преобразований координат, среди которых на особом месте находится проблема получения нормальных высот.

Задача создания единого геоинформационного пространства территории предполагает возможность совместного согласованного использования различных пространственных данных, созданных на эту территорию, в том числе в разных системах координат. Таким образом одной из актуальных проблем геодезических методов формирования единого геопространства территории является преобразование пространственных данных и метрического описания пространственных объектов между различными системами координат [11, 12].

После введения 1 января 2017 г. на территории Российской Федерации новой государственной геодезической системы координат (ГСК-2011) вместо ранее использовавшейся в таком качестве системы координат СК-95, наиболее востребованной является задача преобразования пространственных данных из СК-95 в ГСК-2011.

К сожалению, для создания единого геоинформационного пространства, в том числе возможности представления в нем всех пространственных данных на заданную территорию в единой системе координат, в настоящее время в нашей стране существуют технологические проблемы, требующие своего решения. К числу таких проблем следует отнести отсутствие, как это показано в [13, 14], единой технологии и программного обеспечения для преобразования любых пространственных данных из ранее использовавшейся в РФ государственной системы координат СК-95 в новую государственную систему координат ГСК-2011 с геодезической точностью (сантиметры). Разработанное по заказу Росреестра программное обеспечение под названием «Программное обеспечение пересчета массивов координатных описаний объектов недвижимости из местных систем координат Роснедвижимости субъектов Российской Федерации в государственные системы координат и обратно» (сокращенное название

ПО MSK2GSKALLR) является в настоящее время самым точным инструментом пересчета массивов данных из СК-95 в ГСК-2011 (декларируемая разработчиками точность преобразования – 5–10 см). Однако оно передано Росреестром в кадастровую палату Росреестра и недоступно для остальных субъектов геодезической деятельности.

Поэтому пользователям, желающим преобразовать массивы пространственных данных из СК-95 в ГСК-2011 с геодезической точностью (несколько сантиметров), которым недоступно вышеуказанное ПО Росреестра, остается только самостоятельно определять локальные параметры связи этих СК на некоторой ограниченной территории, для чего требуется выполнить соответствующие полевые работы и вычисления.

Пространственные данные (в том числе цифровые топографические и иные тематические карты мелких масштабов), допустимая точность преобразования которых в ГСК-2011 из СК-95 составляет величины  $\leq 1$  м, могут быть перевычислены по глобальным параметрам трансформирования, установленным Приказом Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр) для все территории РФ [15] и приведенным в табл. 1.

Таблица 1

Параметры взаимосвязи СК-95 и ГСК-2011

Исходная система (А)	Конечная система (Б)	$\Delta X$ , СКО, м	$\Delta Y$ , СКО, м	$\Delta Z$ , СКО, м	$\omega_x$ , СКО, $10^{-3}$ угл. с	$\omega_y$ , СКО, $10^{-3}$ угл. с	$\omega_z$ , СКО, $10^{-3}$ угл. с	$m \times 10^{-6}$ СКО
СК-95	ГСК-2011	+24,65 $\pm 0,43$	-129,14 $\pm 0,37$	-83,06 $\pm 0,54$	-67 $\pm 10$	+4 $\pm 10$	+129 $\pm 10$	-0,175 $\pm 0,2$

Однако, несмотря на декларируемую точность определения вышеуказанных глобальных параметров Росреестра для преобразования из СК-95 в ГСК-2011 (порядка 1 м), целесообразно провести исследования для определения реальной точности перевычисления координат по этим параметрам на всей территории Российской Федерации. Основанием для сомнений в одинаковой точности (1 м) преобразования координат из СК-95 в ГСК-2011 по этим параметрам на всем пространстве страны являются установленные факты существенных отличий региональных и общероссийских параметров трансформирования между этими системами координат, отмеченные в том числе в [16].

Таким образом, сбор геоданных является неотъемлемым элементом современного геодезического обеспечения территорий. В табл. 2 приведено сравнение геодезических методов сбора геоданных по различным критериям.

## Сравнение методов сбора геоданных

Критерий	Оцифровка картографических материалов	Наземные методы	Спутниковый метод	Дистанционное зондирование Земли
Сфера применения	Геопорталы, кадастр	Строительство, кадастр, землеустройство, горное дело, геолого-разведка	Навигация, строительство, кадастр	Геологические изыскания, охрана окружающей среды, строительство, сельское хозяйство
Тип получаемых данных	Цифровая модель местности	Облако точек, пространственные параметры	Координаты	Снимки, геоинформационные модели
Скорость сбора данных	Низкая	Высокая	Высокая	Высокая
Скорость обработки данных	Низкая	Низкая	Высокая	Низкая
Наиболее популярное ПО для обработки данных	Autodesk AutoCAD Civil 3D, Microstation, ПО CREDO, ГИС «Панорама», MapInfo, ArcGIS, QGIS	Autodesk AutoCAD Civil 3D, ПО CREDO, ГИС «Панорама», Leica Geo Office /Cyclone, Microstation	Leica Geo Office, MapInfo, GeoMedia, ArcGIS, ГИС «Панорама», ПО CREDO	PHOTOMOD, ERDAS Imagine, ГИС «Панорама»
Стоимость применения	Низкая	Низкая	Высокая	Высокая

Создание геодезической информационной системы требует комплексности и детальной проработки подсистем, определяющих технологии сбора, представления и использования пространственной информации. Комплексность геодезического обеспечения обусловлена сочетанием геодезических методов друг с другом, результаты которых отражают изменение положения и состояния объектов. Однако весь спектр геодезических методов не всегда возможно и необходимо применять одновременно для решения той или иной задачи.

Создание геодезической информационной системы требует детальной проработки подсистем, определяющих технологии сбора, представления и использования пространственной информации.

Таким образом, применение передовых методов сбора пространственной информации определяет характер современного геодезического обеспечения территорий.

В комплексе процессов геодезического информационного обеспечения территорий особая роль принадлежит использованию геоинформационных технологий для обработки пространственных данных, собранных и систематизированных в геоинформационном пространстве. Эта обработка выполняется с использованием специализированного ПО и имеет целью решение пространственных задач.

Результатами геодезического информационного обеспечения являются геодезическая составляющая пространственной информации, модели территории и пространственные решения, а также их картографические изображения, которые обрабатываются в специализированном ПО для работы с геоданными [17]. Далее приведены примеры наиболее востребованного специализированного ПО, используемого в настоящее время за рубежом и в Российской Федерации.

Лидерами ПО для работы с геоданными за рубежом уже много лет являются:

- MapInfo Pro (Pitney Bowes Software Inc.) – географическая информационная система, предназначенная для сбора, хранения, отображения, редактирования и анализа пространственных данных в сферах: землепользования и кадастра, промышленности и экологии, транспорта и нефтегазовой индустрии, служб коммунального хозяйства и быстрого реагирования, армии и органов правопорядка, бизнеса и науки, образования и управления, а также и во многих других отраслях народного хозяйства;

- ArcGIS (ESRI) – семейство геоинформационных программных продуктов, которые применяются для земельных кадастров, в задачах землеустройства, учета объектов недвижимости, систем инженерных коммуникаций, геодезии и недропользования и других областях;

- ERDAS Imagine (Intergraph Corporation) – растровый графический редактор, предназначенный для обработки данных дистанционного зондирования Земли;

- GeoMedia (Intergraph Corporation) – семейство геоинформационных систем, предназначенное для работы и анализа географической информации, а также для составления цифровых карт. Применяется в сфере земельного кадастра, экологии и добычи нефти и газа;

- QGIS (команда разработчиков QGIS) – свободная кроссплатформенная геоинформационная система, которая служит для просмотра, исследования, анализа и управления данными, компоновки карт, а также публикации карт в сети Интернет;

- Leica Geo Office/Cyclone (Leica Geosystems) – программный комплекс для обработки данных геодезических измерений, трехмерных данных лазерного сканирования, который содержит все необходимые инструменты для управления, визуализации, обработки, импорта и экспорта результатов измерений в области инженерии, геодезии, строительстве и других областях применения;

- AutoCAD (Autodesk Inc.) – система автоматизированного проектирования и черчения, которая широко применяется в машиностроении, строительстве, архитектуре и других отраслях промышленности. Имеет специализирован-

ные приложения на основе данной САПР, например, Civil 3D, которое служит для проектирования объектов инфраструктуры и выпуска документации по ним (также на основе технологии информационного моделирования зданий);

– Microstation (Bentley Systems Inc.) – программное обеспечение для моделирования, документирования и визуализации инженерных проектов, топографических карт, также служит для информационного моделирования в области архитектуры, проектирования и строительства. Сферы применения: геодезия, инженерные изыскания проектирование наружных инженерных сетей, добыча полезных ископаемых.

В настоящее время, отечественный рынок ПО для обработки геоданных стремительно набирает обороты и занимает достойное место в мире. Среди отечественных продуктов можно выделить:

– Программный комплекс CREDO (СП «Кредо-Диалог» – ООО) – включает в себя множество систем, которые применяются в различных областях: инженерно-геодезических, инженерно-геологических изысканиях, проектировании, землеустройства и многих других;

– ГИС «Панорама» (АО КБ «Панорама») – данная геоинформационная система используется в сферах землеустройства и кадастра, геодезических изысканиях, картографировании территорий, силовых структурах, сельском хозяйстве, навигации и других;

– ЦФС РНОТОМОД (АО «РАКУРС») – данная цифровая фотограмметрическая система используется в сферах картографии, геодезии, строительства, кадастра, археологии, лесном хозяйстве, астрономии, а также биологии.

Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что российский рынок специализированного ПО для обработки геоданных вышел на современный уровень. Имеются приложения для получения и обработки геопространственных данных для самых разных сфер человеческой деятельности.

### *Заключение*

Сущность геодезических методов заключается в определении пространственного положения, формы и размеров объектов и явлений в геодезических системах координат. Таким образом, геодезическая составляющая является обязательной в любой пространственной информации, а геодезическое информационное обеспечение – неотъемлемой частью геоинформационного обеспечения.

Единое геоинформационное пространство содержит информацию об изучаемой территории в упорядоченном виде – геоинформации и множества моделей, отображающих пространственные предметы и их свойства в единой системе координат.

Геоинформационное пространство существует только в компьютерной среде. Только в ней геоинформационное пространство функционирует: создается, сохраняется, преобразуется, обновляется (в т.ч. автоматизированным способом [18, 19]) и используется с помощью специализированного ПО для работы

с геоданными при решении пространственных задач, выявлении территориально-распределенных закономерностей, выработке пространственных решений по управлению устойчивого развития территорий [20], жизнеобеспечению, сохранению природной среды, развитию общественного производства, при информационно-справочном и картографическом обеспечении населения, в качестве основы для создания и функционирования территориальных информационно-управленческих систем.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпик А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий : монография. – Новосибирск : СГГА, 2004. – 260 с.
2. Горобцов С. Р., Подрядчикова Е. Д. Сравнительный анализ современного российского опыта геопортальных решений для целей муниципального управления // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск : СГГА, 2014. Т. 2. – С. 135–142.
3. Бударова В. А., Бессильный Н. А. Опыт создания электронного геопространства на региональном уровне // Инновации в науке: сб. ст. по матер. LXIV междунар. науч.-практ. конф. № 12 (61). Ч. I. – Новосибирск : СибАК, 2016. – С. 59–64.
4. Карпик А. П., Лисицкий Д. В. Основные принципы формирования единого геоинформационного пространства территорий // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. научн. конгр. : Пленарное заседание : сб. материалов (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск : СГГА, 2011. – С. 19–24.
5. Карпик А. П., Сапожников Г. А., Середович В. А. Концепция создания единого геоинформационного пространства на территории Новосибирской области // ГЕО-Сибирь-2007. III Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 25–27 апреля 2007 г.). – Новосибирск : СГГА, 2007. Т. 1, ч. 1. – С. 6–9.
6. Карпик А. П., Лисицкий Д. В. Электронное геопространство – сущность и концептуальные основы // Геодезия и картография. – 2009. – № 5. – С. 41–44.
7. Обиденко В. И., Оприцова О. А. Об определении метрических параметров объектов глобального простираения средствами программного обеспечения геоинформационных систем // Геодезия и картография. – 2016. – № 3. – С. 44–52.
8. Обиденко В. И. Определение пространства Российского государства – исторические, технологические и политические аспекты // Геодезия и картография. – 2015. – № 5. – С. 41–49.
9. Обиденко В. И. Методологические подходы и алгоритмы определения метрических параметров территории Российской Федерации на земном сфероиде с использованием геоинформационных технологий // Геодезия и картография. – 2012. – № 4. – С. 39–45.
10. Обиденко В. И. Разработка и исследование специализированной программы для определения метрических параметров территории Российской Федерации // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 18–29.
11. Обиденко В. И. Технология определения метрических параметров территории Российской Федерации по геопространственным данным // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 3–13.
12. Обиденко В. И. Определение метрических параметров территории Российской Федерации средствами геоинформационных систем // Вестник СГУГиТ. – 2018. – Т. 23, № 2. – С. 18–32.
13. Обиденко В. И. Об изменении координат на территории Российской Федерации при переходе от СК-95 к ГСК-2011 // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 2. – С. 5–21.

14. Карпик А. П., Обиденко В. И. Формирование единого геопространства территорий для повышения качества геодезического обеспечения государственного кадастра недвижимости // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Пленарное заседание : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск : СГГА, 2013. Т. 1. – С. 3–11.
15. Геометрические и физические числовые геодезические параметры государственной геодезической системы координат 2011 года. [Электронный ресурс] : приказ Росреестра от 23 марта 2016 г. № П/0134. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
16. Попрыгин В. А., Третьяков В. И. ГСК – 2011. Проблема перехода // Геопрофи. – 2018. – № 1. – С. 8–12.
17. Горобцов С. Р., Чернов А. В. Трехмерное моделирование и визуализация городских территорий с использованием современных геодезических и программных средств // Вестник СГУГиТ. – 2018. – Т. 23, № 4. – С. 165–179.
18. Ахмедов Б. Н. Исследование методов обновления цифровых моделей геопространства // Велес. – 2018. – № 2-2 (56). – С. 42–45.
19. Писарев В. С., Ахмедов Б. Н. Автоматизированное обновление цифровых моделей геопространства // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 17–21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. Т. 1. – С. 46–50.
20. Карпик А. П. Системная связь устойчивого развития территорий с его геодезическим информационным обеспечением // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 1 (12). – С. 53–59.

© С. Р. Горобцов, В. И. Обиденко, 2019