

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ»
(ФГБОУ ВПО «СГГА»)

X Международные научный конгресс и выставка

ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ-2014

Международная научная конференция

**ГЕОДЕЗИЯ, ГЕОИНФОРМАТИКА,
КАРТОГРАФИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ**

Т. 2

Сборник материалов

Новосибирск
СГГА
2014

УДК 528:528.9:622.1

С26

Ответственные за выпуск:

Доктор технических наук, профессор,
директор НИИ стратегического развития СГГА, Новосибирск
Д. В. Лисицкий

Кандидат технических наук, директор Института геодезии и менеджмента СГГА, Новосибирск
С. В. Середович

Доктор технических наук, профессор кафедры физической геодезии
и дистанционного зондирования СГГА, Новосибирск
В. С. Хорошилов

Председатель Рабочей группы Международной картографической ассоциации (ICA)
«Картография для раннего предупреждения и управления кризисными ситуациями»,
вице-президент Международного общества «Цифровая Земля», президент Европейского центра
Международной академии наук Евразии, почетный член ICA с 2013 г., доктор наук,
профессор, почетный профессор СГГА, Чешская Республика
Милан Конечны

Technet-rail 2010 GmbH, Берлинский университет прикладных наук им. Бойта, Германия
Иво Милев

Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой маркшейдерского дела и геодезии
Карагандинского государственного технического университета, Караганда
Ф. К. Низаметдинов

Кандидат технических наук, доцент кафедры картографии и геоинформатики СГГА, Новосибирск
Е. В. Комиссарова

Кандидат технических наук, зам. директора по УР ИГиМ СГГА, Новосибирск
В. С. Писарев

С26 Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр., 8–18 апреля
2014 г., Новосибирск : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика,
картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. Т. 2. – Новосибирск :
СГГА, 2014. – 254 с.

ISBN 978-5-87693-708-7 (т. 2)

ISBN 978-5-87693-706-3

ISBN 978-5-87693-697-4

В сборнике опубликованы материалы X Международного научного конгресса «Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014», представленные на Международной конференции «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия».

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГГА

Материалы публикуются в авторской редакции

УДК 528:528.9:622.1

ISBN 978-5-87693-708-7 (т. 2)

ISBN 978-5-87693-706-3

ISBN 978-5-87693-697-4

© ФГБОУ ВПО «СГГА», 2014

Сборник включен в систему РИИЦ.

О ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ГЕОДЕЗИИ И ГЕОМАТИКЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ КОЛЛЕДЖАХ ГЕРМАНИИ

Эрик Тайле

Управление геодезии и базовой геоинформации Земли Бранденбурга, Германия, Потсдам, кандидат технических наук, руководитель отдела «Цифровые топографические карты», тел. +49(0)331 8844200, факс: +49(0)0331 8844126, e-mail: Erik.Theile@geobasis-bb.de

Новая профессиональная подготовка специалистов геодезистов и по геоматике предполагает существенные возможности для подготовки молодых людей в области геоинформационных технологий. Молодые люди могут и должны быть в восторге сделать выбор в пользу этих профессий. Содержание является привлекательным и современным. Они предлагают широкий спектр профессиональных перспектив, даже за пределами традиционных профессий в государственном секторе. Приверженность всех специалистов так же важно, как компания для следующего поколения.

Ключевые слова: геодезия, геоматика, программа подготовки, техникум, знания.

A NEW APPROACH TO GEODESY AND GEOMATICS ENGINEERING TRAINING PROGRAMS AT COLLEGES IN GERMANY

Erik Theile

Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg (State Survey and Geospatial Basic Information Brandenburg), Potsdam, Germany, Dr.-Ing., Chief, tel. +49(0)331 8844200, fax: +49 (0) 0331 8844126, e-mail: Erik.Theile@geobasis-bb.de

These new work contents have led to a modernized concept of training in the field of geoinformation technology. Both occupations share common training content during the first year. The contents of both the «old» occupations of cartographer and mining surveying technician have each been integrated into one of the two occupations, and cartographer and mining surveying technician have been replaced as independent occupations. Activities thus require a wide range of aspects, such as the mastery of complex spatial facts and circumstances, the application of mathematical and IT knowledge, graphic design, customer orientation and occupationally related legal knowledge.

Key words: geodesy, geomatics, training program, college, knowledge.

Предисловие

Профессиональное образование в картографо-геодезической сфере должно соответствовать современным требованиям науки и информационных технологий. Так, в Германии 1 августа 2010 г. вступил в силу новый стандарт профессионального обучения специалистов для геоинформационной отрасли. Предыдущий стандарт уже не мог охватить появившиеся в последние годы многочисленные технологические разработки, например в области дистанционного зондирования, инфраструктуры пространственных данных (ИПД), геоинформатики и навигации. Возникли новые запросы общества, в которых акцент делается

на практические навыки специалистов. Это необходимо было учитывать учебным заведениям в процессе профессиональной подготовки студентов.

Идея реорганизации профессионального обучения в области геодезии и картографии в Германии появилась давно. Еще в 2007 г. на федеральном уровне были разработаны базовые рекомендации для совершенствования учебных программ. Партнерами реорганизации были Федеральный институт профессионального образования (BIBB), профессиональные ассоциации (общества геодезии, картографии и фотограмметрии) и Рабочее содружество землемерно-геодезических управлений земель Федеративной Республики Германии (AdV).

На различных уровнях власти (федеральных, государственных, местных) и с привлечением частных структур началось формирование геоинфраструктур. Управление территориями с применением географических информационных систем, по сути, стало новой областью профессиональной деятельности. Этот факт открывает новый, широкий спектр задач, которые должны учитываться при подготовке специалистов в области геоинформационных технологий. Сейчас уже очевиден тот факт, что в рамках формирования ИПД процессы сбора, обработки и отображения пространственных данных все больше сближаются. Растет число тематических данных, которые интегрируются в ИПД, в результате работа с пространственными данными больше не ограничивается только сферой «чистой» геодезии, картографии или фотограмметрии.

Таким образом происходит эволюция в рабочих процессах, вызванная революцией технических решений и современные методы обучения должны позволять подготовить специалиста, который одинаково компетентен на всех современных этапах работы с геопространственными данными.

Новая специальность в сфере геоинформационных технологий

В предыдущем стандарте моно-профессии геодезиста и картографа были объединены в одну профессиональную группу (геоинформационные технологии). В новом стандарте, для того, чтобы оптимально учесть существующие на предприятиях специализации, заявлены 2 специальности: геодезия (Vermessungstechniker) и геоматика (Geomatiker). Для специальности «геоматика» акцент делается на управление геопространственными данными на всех технологических этапах – от сбора до обработки (интерпретация, интеграция, анализ, хранение) до визуализации и маркетинга.

При этом новая специальность «Геоматика» включает в себя с одной стороны важные элементы геодезии и ГИС-технологий, и с другой стороны большой объем знаний по картографии, фотограмметрии и дистанционному зондированию. Студент, обучающийся специальности «геоматика», после завершения обучения будет иметь следующие компетенции:

- собирать, обрабатывать и моделировать геоданные и использовать их в географических информационных системах;
- связывать топографические геоданные с тематическими;

- обрабатывать данные дистанционного зондирования и интегрировать их в ГИС;
- реализовывать геоданные в мультимедийных продуктах;
- готовить геоданные для издания (полиграфическое представление);
- развивать многомерные геопродукты;
- проектировать, создавать, рекламировать и запускать в продажу клиенто-ориентированные геоинформационные продукты.

Специалист-геоматик – это профессионалы в сфере геопространственной информации, он управляет геоданными.

Тщательно пересмотрены и обновлены стандарты и для специальности «геодезия». Геодезист знает основы геоинформационных технологий и управления геоданными и углубленно изучает технические средства и технологии геодезических измерений и расчетов (лазерные измерения, ГНСС-технологии, гибридные системы измерения и т.д.). Будущий геодезист в ходе обучения должен освоить все технологические этапы – от собственно измерений до визуализации полученных геоданных и создания конечного продукта. Геодезист также получает дополнительные навыки в измерении промышленных объектов и мониторинга. В итоге такой специалист будет иметь следующие компетенции:

- получать геопространственные данные в результате геодезических измерений, их обработки и визуализации;
- владеть современными геодезическими методиками и производить геодезические расчеты;
- применять полученные знания в сфере кадастра объектов недвижимости, строительстве и зонировании, оценки земель;
- выполнять инженерно-геодезические измерения.

Организация обучения и экзамены

Обучение происходит в соответствии с существующими принципами двойной системы обучения. Базовое обучение происходит в профессионально-технических училищах (колледжах) а практическая часть обучения проводится на рабочем месте в производственной компании. Основная идея обучения заключается в реализации модульной программы обучения. На первом году обучения программа для обеих специальностей единая. Во второй год обучения, происходит специализация между геоматикой и геодезией. Для обучающихся по специальности «геодезия» на третьем году обучения снова происходит разделение дисциплин.

Для проведения промежуточных и выпускных экзаменов используют новые современные формы. После первого года обучения, все обучающиеся сдают общий промежуточный экзамен. Экзамены в письменной форме требуют ответов на конкретные вопросы. Практические экзамены включает в себя «корпоративную работу» и техническое обсуждение перед экзаменационной комиссией.

сией. Здесь экзаменуемый должен продемонстрировать, как понял задачи и освоил технологии его производственной компании, умеет комплексно мыслить и обрабатывать геоданные в соответствии с требованиями рынка и представить в итоге клиенто-ориентированные результаты.

Заключение

Новая профессиональная подготовка геодезистов и геоматиков в Германии дает огромные возможности для подготовки молодых людей в области геоинформационных технологий. Эти профессии привлекательные и современные, они предполагают широкий спектр профессиональных перспектив, даже за пределами традиционных профессий в государственном секторе. Молодые люди с удовольствием делают выбор в пользу этих профессий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Federal Institute for Vocational Education and Training (BIBB), «Ausbildung gestalten, Berufsausbildung in der Geoinformationstechnologie», W. Bertelsmann Verlag,

1. Auflage 2011

Verordnung über die Berufsausbildung in der Geoinformationstechnologie vom 30. Mai 2010, BGBl. I Nr. 28 Webseite des Bundesinstituts für Berufsbildung zum Ausbildungsberuf Geomatiker / Geomatikerin, www.bibb.de/de/52273.htm

Webseite der Kommission Aus- und Weiterbildung der Deutschen Gesellschaft für Kartographie e. V. zum Ausbildungsberuf Geomatiker/Geomatikerin, www.geomatiker.info/

Webseite der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung zum Ausbildungsberuf Geomatiker/Geomatikerin, www.geomatiker.com

© Erik Theile, 2014

АВТОНАВИГАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ В РОССИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО РАЗВИТИЯ

Светлана Владимировна Дубровина

Московский государственный университет геодезии и картографии, 105064, Россия, г. Москва, Гороховский пер., 4, аспирант кафедры картографии, тел. (499)267-28-72, e-mail: dubrovina@cartlab.ru

Сфера автонавигационной картографии получила распространение в России около 15 лет назад, и за это время большое количество сил было затрачено на усовершенствование технологии создания карты и повышение качества как исходного материала, так и конечного продукта. Тем не менее все еще существуют важные задачи, которые требуют серьезной научной проработки.

Ключевые слова: автонавигационная картография, технология создания, исходный материал.

AUTONAVIGATION MAPPING IN RUSSIA AND PROSPECTS OF ITS DEVELOPMENT

Svetlana V. Dubrovina

Moscow State University of Geodesy and Cartography, 105064, Russia, Moscow, Gorokhovskiy side-street, post-graduate student of Cartography Department, 4, tel. (499)267-28-72, e-mail: dubrovina@cartlab.ru

The sphere of autonavigation cartography distributed in Russia about 15 years ago, and during this time a large number of forces was spent for improvement of technology of map creation and improvement of their quality, both an initial material, and the final product. Nevertheless still, there are important tasks that demand serious scientific study.

Key words: autonavigation cartography, technology of map creation, initial material.

Насегоднешний день, навигация – это необходимость современной жизни, требующая оперативности и точности. Пространственная навигация служит для решения задач, связанных с определением положений объектов и их управлением в пространстве и времени, становится одной из повседневных функций различных областей экономики и отраслей хозяйства. Современные технологии координатно-временного и навигационного обеспечения определяют экономическое и промышленное развитие страны, укрепляют ее оборону и национальную безопасность, стимулируют развитие научно-технической и инновационной деятельности.

Сферу автонавигационного картографирования в России можно разделить на две большие ниши – это создание автонавигационного оборудования и программного обеспечения для целей автомобильной навигации и создание цифровых навигационных карт, которые затем интегрируются в то или иное программное обеспечение.

Вначале остановимся подробнее на том, что представляет собой первая большая ниша и какова история ее развития в нашей стране.

Российские навигационные системы контроля транспорта «ГЛОНАСС» начали формироваться в 1982 г., закончился этот период запуском спутника «Космос-1413». Одновременно с формированием глобальной навигационной системы, в конце 1990-х гг. в России начал развиваться рынок автомобильной навигации.

Вначале на рынке большую часть автонавигационных систем составляли иностранные представители, такие, как ТелеАтлас (TeleAtlas), Навтек (Navteq), ставшие наследниками развивающихся технологий за рубежом. Преимуществом этих систем было то, что они имели устойчивую тенденцию развития программного обеспечения, в том числе и сформировавшуюся систему пользовательского интерфейса, стабильную работу оборудования. Недостатком зарубежных производителей было то, что Российский рынок автонавигационных услуг не был в это время еще столь привлекателен для них, как сейчас, и в связи с этим картографический материал на территорию Российской Федерации не отличался детальностью и актуальностью. К тому же в то время официальные представительства этих компаний только начинали свою деятельность в России и поэтому у компания-производителей не было актуальных сведений о состоянии рынка этих услуг.

Одновременно началась работа по усовершенствованию программного обеспечения автомобильных навигационных устройств в соответствии с требованиями отечественного пользователя. Основными задачами являлись: создание максимально функционального интерфейса, упрощение представления функциональных возможностей (создание дружественного интерфейса), для того, чтобы автонавигационное устройство могло быть доступно для пользователя с различным уровнем технической подготовки. Благодаря тому, что Российские компании имели хорошее понимание менталитета отечественного пользователя и добились качества как электронных карт, так и программного обеспечения для автонавигационных устройств, на сегодняшний день они прочно занимают лидирующие позиции на рынке автомобильной навигации.

В начале 2000-х навигация начала стремительно развиваться в России, стали появляться отечественные компании-производители цифровой картографической продукции, а затем и устройств для автомобильной навигации. Изначально основным показателем качественных автонавигационных систем было качество картографического материала, поэтому каждый производитель стремился к совершенству именно с этой точки зрения – создать наиболее детальную и актуальную электронную карту для навигаторов. При этом подобные карты приходилось создавать с нуля, потому что в России в картографии до этого момента не существовало понятия «дорожный граф», «маршрутизация», за основу брались топографические карты наиболее крупных масштабов и на их основе создавали карты, необходимые для корректной работы навигационных устройств.

Постепенно качество автомобильных навигационных карт росло, пользователь продукции становился все более требовательным – недостаточно было иметь информацию о населенном пункте, хотелось проложить маршрут к своему дому, загородному участку, любимому месту отдыха.

В начале-середине 2000-х гг. на первый план по качеству картографических материалов и навигационного оборудования вышли такие Российские навигационные системы, как «Автоспутник» (ООО «Навигационные системы»), «СитиГид», «Навител» (ЗАО «Центр Навигационных технологий»). Для рынка отечественных производителей автомобильной навигации было характерно абсолютно разные стратегии к созданию электронных карт для автомобильных навигаторов, в свою очередь создание программного обеспечения происходило примерно по одному пути – каждая компания разрабатывала программу, в том числе, интерфейс, исходя из собственного видения потребностей пользователей продукции.

На сегодняшний день рынок производителей автонавигационных систем слегка изменился, некоторые компании, такие, как ООО «Навигационные системы» («Автоспутник») прекратили свое существование, другие прочно заняли позиции – компания «Навиком» (официальный дистрибьютор компании Garmin в России).

Можно выделить две категории производителей цифровых карт для автомобильной навигации – это государственные компании, выполняющие федеральные государственные программы, а также коммерческие компании различной величины, которые могут быть как полностью российскими, так и иметь долю зарубежного капитала. Как правило, большая часть коммерческих компаний, занимающихся созданием цифровых карт для автонавигации, в то же время имеют подразделения по разработке навигационного оборудования и программного обеспечения для навигаторов.

К крупным государственным программам по созданию автонавигационных карт можно отнести проект по созданию цифровых навигационных карт открытого пользования на территорию Российской Федерации, который был запущен в 2009 г. Особенностью этого проекта было то, что под руководством Федеральной службы Государственной Регистрации, кадастра и Картографии «Росреестр» была создана единая система документации, регламентирующая весь процесс создания цифровых навигационных карт открытого пользования. В создании цифровых карт открытого пользования принимали участие большое количество фирм подрядчиков и субподрядчиков. В результате выполнения данного проекта появилась новая обширная картографическая база данных на территорию Российской Федерации, которая в данный момент хранится в цифровом виде в Центральном Картографо-Геодезическом Фонде.

Особенностью создаваемого частными компаниями продукта является то, что, по сути, они производят и обновляют картографическую базу данных, которую затем приобретают заказчики и уже сами интегрируют в системы и сервисы, применяя при этом особые программные требования и ограничения. К таким программным требованиям можно отнести распределение тематической

информации цифровых навигационных карт по уровням масштабного ряда, а также определение уникального для каждого проекта состава тематических слоев. С финансовой точки зрения такие компании, как правило, обладают уникальными правами на свою продукцию и предоставляют компаниям-заказчикам различные виды лицензий (исключительные и неисключительные права) на использование картографической информации

В последнее время в России наряду с государственными проектами и коммерческими компаниями большое распространение получили открытые данные, создаваемые не профессиональными картографами, а любителями на добровольной основе. Из самых известных в России производителей открытых данных можно назвать проект OpenStreetMap, который осуществляется при поддержке нескольких коммерческих и некоммерческих сообществ, например, «Gislab». Картографические данные OpenStreetMap представляют собой обширную картографическую базу данных, в которую входят различные картографические слои.

Несмотря на то, что данная сфера цифровой картографии получила распространение в России около 15 лет назад, и за это время большое количество сил было затрачено на усовершенствование технологии создания карты и повышение качества, как исходного материала, так и конечного продукта, все еще существуют проблемы, которые требуют серьезной научной проработки, например:

- Отбор элементов содержания по уровням масштабного ряда производится путем исключения целых классов объектов, что делает картографическую информацию плохо читаемой

- При переходе на более крупные уровни масштабного ряда не происходит переход от простых понятий к сложным. Такая генерализация позволяет вводить интегральные понятия и собирательные обозначения (за исключением объектов POI – точек интереса). [1]

- Наряду с тем, что не существует обоснованного количества объектов в слое, также отсутствует взаимосвязь слоев карты на разных уровнях масштабного ряда. Нет закономерности появления различных элементов на разных масштабах

- Не стандартизированы и унифицированы размеры условных знаков (гидрографии, дорожной сети), что непосредственно влияет на показатель графической нагрузки и вследствие этого на густоту.

- Графические условные знаки точек интереса (POI) имеют одинаковый размер на протяжении всех уровней масштабного ряда, что приводит к перегрузке карты.

- При отборе объектов автонавигационной карты не учитывается показатель значимости в соответствии с особыми географическими и социально-экономическими условиями на территории Российской Федерации [2]

Для решения этих задач предлагается методика создания цифровых картографических основ для автонавигационных карт, в которой учитываются уста-

новленные в ходе исследования нормы показателей густоты и графической нагрузки, а также соотношения элементов основы карты и тематического содержания. Методика базируется на общей концепции камерального геоинформационного картографирования, разработанной на кафедре картографии Московского Государственного Университете Геодезии и картографии под руководством проф. Иванова А.Г. [3]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Менно-ЯнКраак, ФерьянОрмелинг. Картография. Визуализация геопространственных данных. – М.: Научный мир, 2005. – С. 344
2. Дубровина С. В., Фокин И. Е. Анализ объектового состава навигационных карт на разных масштабных уровнях. Сборник статей по итогам научно-технических конференций: Приложение к журналу Известия вузов «Геодезия и аэрофотосъемка», № 6. – вып. 6, 2013. – С. 95–98.
3. Иванов А. Г., Крылов С. А. Концепция камерального геоинформационного картографирования // Сборник статей по итогам международной научно-технической конференции, посвященной 230-летию основания МИИГАиК. Выпуск 2. (в двух частях) – Ч.1. - М.: Изд-во МИИГАиК, 2009. (Приложение к журналу Изв. Вузов «Геодезия и аэрофотосъемка», № 6). – С. 136–138.

© С. В. Дубровина, 2014

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ АРЖААННОГО КОМПЛЕКСА «ЧОЙГАНСКИЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ»

Ольга Дмитриевна Аюнова

ФГБУН Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, 667007, Россия, Республика Тыва, г. Кызыл, ул. Интернациональная, 117А, научный сотрудник лаборатории геоинформатики и моделирования процессов, тел. (394 22)-6-62-18, e-mail: ajnova@inbox.ru

Кара-кыс Донгаковна Аракчаа

НИИ МСПУ РТ «НИИ медико-социальных проблем и управления Республики Тыва», 667000, Россия, Республика Тыва, г. Кызыл, ул. Ленина, 46, кандидат химических наук, ученый секретарь, тел. (394 22)-6-62-19, e-mail: chodura@yandex.ru

Светлана Алексеевна Чупикова

ФГБУН Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, 667007, Россия, Республика Тыва, г. Кызыл, ул. Интернациональная, 117А, кандидат географических наук, старший научный сотрудник, зав. лабораторией геоинформатики и моделирования процессов, тел. (394 22)-6-62-19, e-mail: s_fom@inbox.ru

В статье рассмотрено создание тематических карт аржанного комплекса Чойган на основе комплексной изученности состава вод источников и природной среды территории с применением геоинформационных систем.

Ключевые слова: геоинформационное картографирование, природный аржаанный комплекс, пространственный анализ.

GIS MAPPING OF THE «CHOIGAN MINERAL WATER» ARZHAAN COMPLEX

Ol'ga D. Ajunova

Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of Siberian branch of the Russian Academy of Sciences, 667007, Russia, Tuva Republic, Kyzyl, Internatsionalnaya, 117a, research scientist, tel. (394-22) 6-62-19, e-mail: ajunova@inbox.ru

Kara-Kys D. Arakchaa

Research Institute of Health and Social Problems of Tuva Republic, 667007, Russia, Tuva Republic, Kyzyl, Lenina, 46, Candidate of Chemical Sciences, Scientific Secretary of Research Institute of Health and Social Problems of Tuva Republic, tel. 8-913-355-63-65, e-mail: chodura@yandex.ru

Svetlana A. Chupikova

Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of Siberian branch of the Russian Academy of Sciences, 667007, Russia, Tuva Republic, Kyzyl, Internatsionalnaya, 117a, candidate of geographical sciences, senior research scientist, the head of the laboratory, tel. (394-22) 6-62-19, e-mail: s_fom@inbox.ru

The paper considers the creation of thematic maps of the Choigan arzhaan complex based on an integrated study of the composition of natural sources, territory environment using geoinformational systems.

Key words: GIS mapping, natural arzhaan complex, spatial analysis.

Разнообразие природных минеральных источников, грязевых и соленых озер, издревле используемых населением в лечебных целях, и степень их изученности потребовали уточнения полученных ранее сведений об их качестве, запасах и бальнеологических свойствах. Изучение гидроминеральных ресурсов Тувы началось еще в начале 20 века такими знаменитыми исследователями как И.С. Крыжин (1857 - 1858), С.В. Обручев (1945), В.Г. Ткачук (1955), Е.В. Пиннекер (1966 – 1967). В последнее время научный интерес к исследованиям минеральных ресурсов в Республике Тыва вышел на новый этап, что обусловлено необходимостью применения комплексного междисциплинарного подхода и развития туристско – рекреационных ресурсов территории. Были созданы НИИ, лаборатории, занимающиеся комплексным изучением свойств минеральных источников. В настоящее время на территории Республики зарегистрировано более 100 водоявлений и месторождений, свойства которых определяются их составом, а рекреационная ценность – сочетанием лечебных свойств с микроклиматическими условиями и живописными природными ландшафтами.

Природный аржаанный комплекс «Чойганские минеральные воды» – уникальный природный памятник – месторождение углекислых холодных и термальных вод, издревле используемый населением в лечебных целях. Изучение его проводилось неоднократно [1-3] и др.

Аржаан Чойган располагается на крайнем северо-востоке Республики Тувы, на границе с Бурятией, в Восточном Саяне, в долине реки Аржаан-Хем, являющейся истоком р. Изиг-Суг (рис. 1).



Рис. 1. Расположение аржаанного комплекса «Чойганские минеральные воды»

В 2011-12 гг. были проведены комплексные экспедиционные исследования источников Чойган. В процессе исследований зафиксировано 33 выхода подземных минеральных вод (рис. 2); изучены газовый, химический, микро- и макрокомпонентный, состав вод, определены гидродинамические условия. По химическому составу воды аржаана являются гидрокарбонатными натриево-кальциевыми, кремнистые с повышенным содержанием лития, фтора, железа, калия, с содержанием родона в некоторых источниках.

Используя методы геоинформационного картографирования, привлекая материалы современных [4,5] и предшествующих исследований [3] создана серия взаимосвязанных тематических карт территории аржанного комплекса Чойган.

Это карты геологического строения, ландшафтная, почвенная, карта растительности, карты пространственного распределения химических элементов и микрокомпонентов и других показателей вод. Источником пространственной информации служили данные точного позиционирования мест выходов минеральных вод, описательная полевая документация, имеющиеся и созданные электронные карты в форматах ГИС, кроме того, результаты лабораторных аналитических исследований вод, которые были взяты как основа базы данных показателей источников (20 показателей).

Геоинформационное картографирование, с использованием методов пространственной интерполяции, дало многостороннее представление о местности аржанного комплекса Чойган и позволило выявить и отразить закономерности и взаимосвязи между показателями источников, связывая их с гидродинамическими условиями питания.

Пространственный анализ показал, выходы подземных вод локализованы группами преимущественно на правом борту долины р. Аржаан-Хем на площади 180x450 м., располагаясь в пойме реки и в коренных выходах I надпойменной террасы, размещаясь на высотах от 1530 до 1580 м. (рис. 3).

Разгрузка холодных вод происходит в верхней и нижней частях долины, здесь же наблюдается снижение минерализации и положительный окислительно-восстановительный потенциал, что говорит об окислительной среде. В центральной части температура воды источников повышается от теплой до горячей (25–42 гр.), здесь увеличивается содержание растворенных элементов в воде и наблюдается восстановительный характер геохимической обстановки (рис. 4, 5).

Как установлено [3], разгрузка подземных вод связана с зонами региональной трещиноватости и зонами разрывных нарушений.

В зонах влияния разрывных нарушений происходит насыщение грунтовых вод углекислым газом CO_2 , который является основным агентом выщелачивания. Меньшее количество углекислоты отмечено в водах зоны региональной трещиноватости и наименьшее в местах разгрузки горячих вод (рис. 3)

Таким образом, с помощью инструментария геоинформационных систем реализовано проведение комплексного разностороннего анализа и создание тематических карт на единой картографической основе характеристик минеральных вод аржаана.

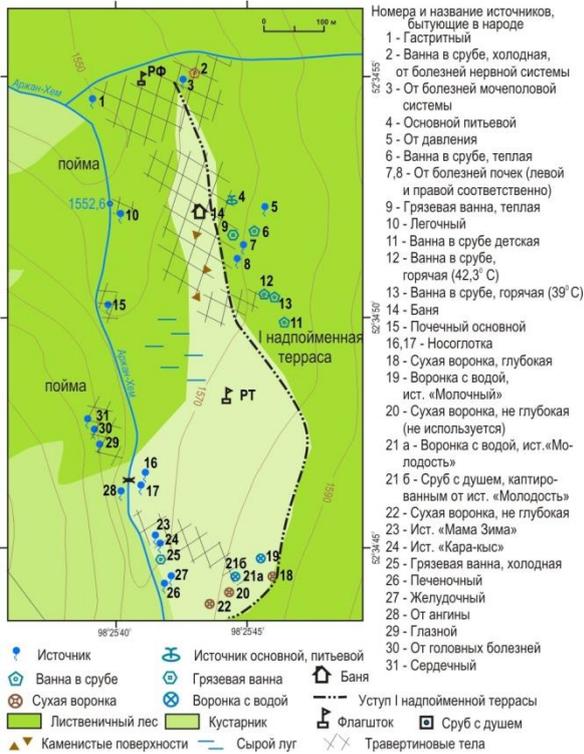


Рис. 2. Карта источников по типам лечебных свойств

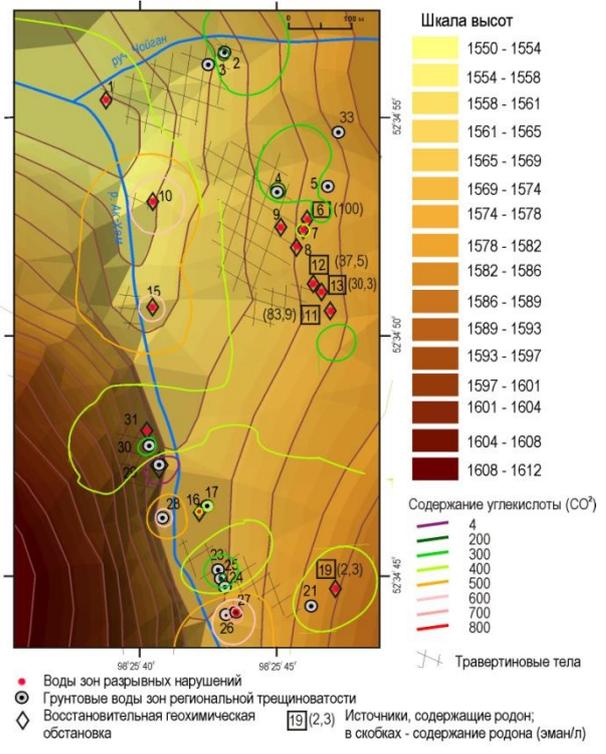


Рис. 3. Цифровая модель рельефа

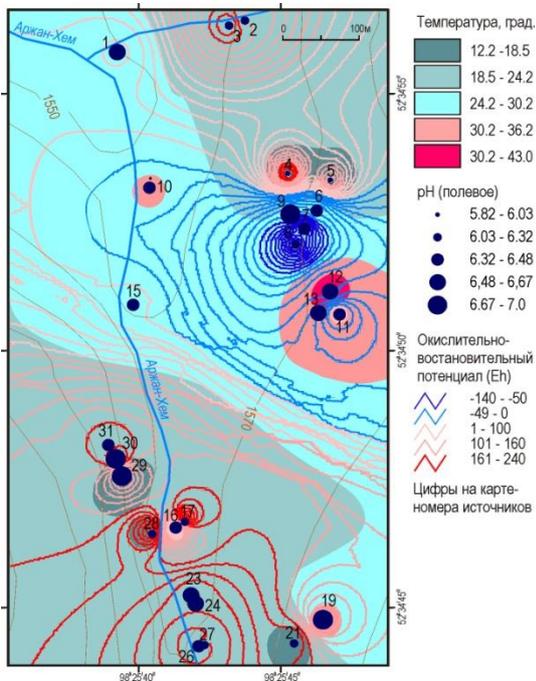


Рис. 4. Карта распределения температуры, окислительно-восстановительного потенциала (Eh), кислотности (pH)

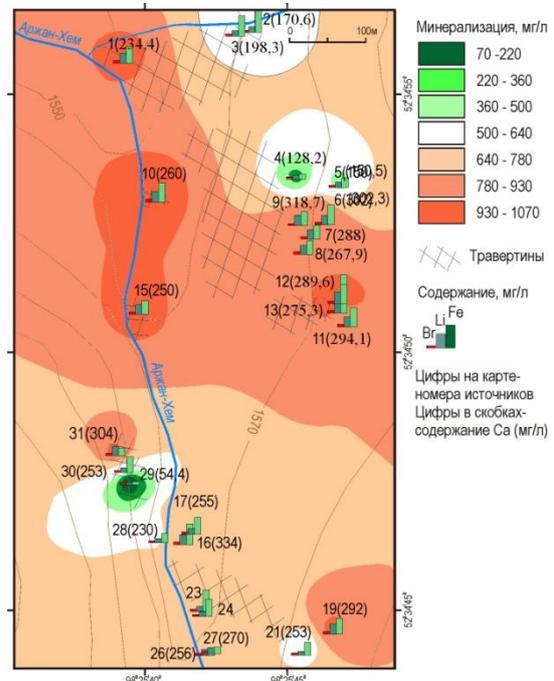


Рис. 5. Карта распределения минерализации, содержания элементов Br, Li, Fe, Ca

Созданные геоинформационные ресурсы являются составной частью информационной поддержки комплексных, междисциплинарных исследований природного аржаанного комплекса «Чойганские минеральные воды», необходимых для изучения и популяризации аржаанов как туристско-рекреационных ресурсов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Исследование гидрогеологических условий и химического состава аржаанов Тувы в связи с их клинико-эпидемиологическими свойствами (рукописн.) / М. Б. Букаты, К. Д. Аракчаа, А. И. Сурнин, Г.И. Зятев и др. // Отчет по хоздоговорной работе за 1991 -1993 гг. / Отчет представлен в ТИКОПР СО РАН, копия хранится в архиве ООО «АржанЛаб».
2. Исследование по комплексной оценке гидроминеральных ресурсов Тувинской АССР // Отчеты по хоздоговорным работам за 1989, 1990, 1991 гг. / Г. М. Шпейзер, К. Д. Аракчаа, К. С. Кужугет и др. / Отчеты сданы в Минздрав Тув. АССР (ныне – Минсоцразвития РТ). Копии – в архиве ООО «АржанЛаб».
3. Пиннекер Е. В. Минеральные воды Тувы. – Кызыл: Тув. кн. изд-во, 1968. – С. 39–43.
4. Аракчаа К. Д., Копылова Ю. Г., Чупикова С. А. Природный аржаанный комплекс «Чойганские минеральные воды»: гидрохимия, геофизика, микроклимат // Подземная гидросфера // Материалы Всероссийского совещания по подземным водам Востока России. – Иркутск. – 2012. – С. 423–427.
5. Химический состав подземных углекислых вод природного аржаанного комплекса «Чойганские минеральные воды» / К. Д. Аракчаа, Ю. Г. Копылова, Н. В. Гусева, М. Г. Камбалина, А. А. Хвощевская, А. С. Янкович // «Курортная база и природные лечебно-оздоровительные местности Тувы и сопредельных регионов» Материалы I Междунар. науч.-практ. конф. (Республика Тыва, 17-20 июня 2013 г.). – Кызыл. ГУП РТ. Типография КПО «Аныяк». – 2013. – С. 145–153.

© О. Д. Аюнова, К. Д. Аракчаа, С. А. Чупикова, 2014

ЭЛЕКТРОННЫЕ КАРТЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ КАК ОСНОВА ГИС ОАО «ГАЗПРОМНЕФТЬ-ННГ»

Павел Александрович Коноплев

ОАО «Газпромнефть-ННГ», 629807, Россия, г. Ноябрьск, ул. Ленина, 59/87, начальник отдела географических информационных систем управления маркшейдерско-землеустроительных работ

Александр Викторович Скрипников

ОАО «Газпромнефть-ННГ», 629807, Россия, г. Ноябрьск, ул. Ленина, 59/87, заместитель начальника отдела географических информационных систем управления маркшейдерско-землеустроительных работ

В статье рассмотрены этапы создания электронных карт в ОАО «Газпромнефть-ННГ». Описывается «жизненный цикл» объектов имущества и их связь с электронной картой. Рассмотрен вопрос применения беспилотных летательных аппаратов на основе электронных карт.

Ключевые слова: электронные карты, база данных, инвентаризация объектов недвижимости, беспилотные летательные аппараты.

ELECTRONIC MAPS OIL FIELD AS THE BASIS GIS JSC «GAZPROMNEFT-NNG»

Pavel A. Konoplev

Joint Stock Company «Gazpromneft-NNG», 629807, Russia, Noyabrsk, 59/87 Lenina str., head of the department of geo-information systems

Aleksandr V. Skripnikov

Joint Stock Company «Gazpromneft-NNG», 629807, Russia, Noyabrsk, 59/87 Lenina str., deputy head of the department of geo-information systems

In clause stages of electronic maps creation in JSC «Gazpromneft-NNG» are considered. Life cycle of property objects and their relation to electronic maps are described. Also the question of flying unmanned machines' use based on electronic maps is viewed.

Key words: electronic maps, databank, inventory of property objects, flying unmanned machine.

В настоящее время, учитывая непрерывное развитие информационных технологий и систем управления ресурсами предприятия, по-прежнему остается актуальным вопрос получения исходной информации для географических систем. Геоинформационная система на основе электронных карт отслеживает весь жизненный цикл объекта от стадии «проектирование» до стадии «эксплуатация». Подробный жизненный цикл объекта недвижимости и его непосредственная связь с электронными картами представлен на рис. 1.

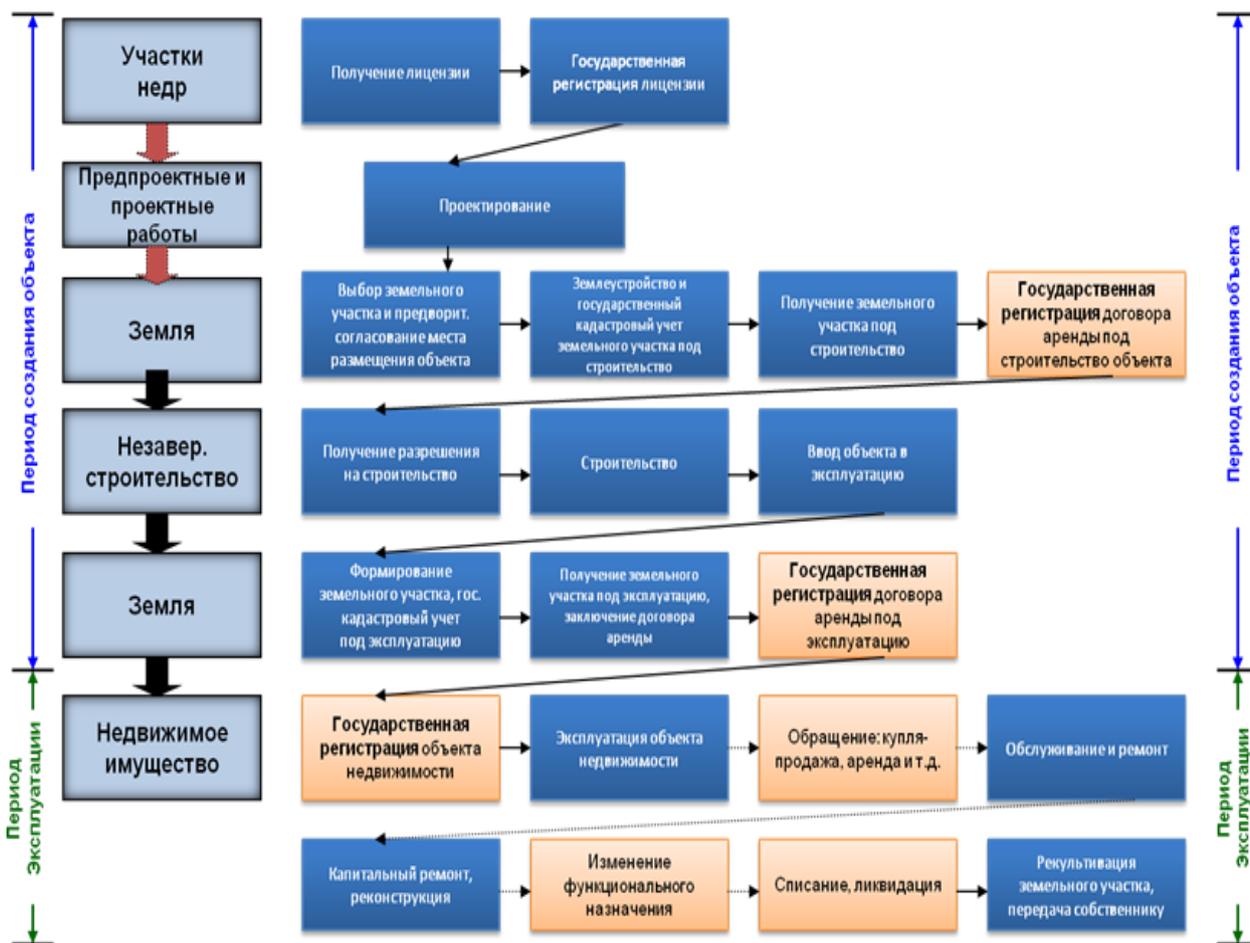


Рис. 1. «Жизненный цикл» объектов имущества и земельных участков

Электронные карты на месторождения ОАО «Газпромнефть-ННГ», создавались с целью:

- получения достоверной информации о плановом и высотном положении наземных и подземных объектов,
- инвентаризации земель и объектов недвижимости,
- для разработки и внедрения новых геоинформационных технологий,
- для автоматизации управленческих процессов,
- организации геомониторинга территории месторождений.

На этапе подготовки электронной карты месторождений было выполнено:

- интеграция пространственных данных и семантической информации, полученных из различных источников за 2000-2009 гг. [1];
- проведена инвентаризация объектов имущества, выявлены неучтенные объекты недвижимого имущества без инвентарного номера;
- внесена семантическая информация по технологическим объектам в слой «Объекты имущества» по данным технических, кадастровых паспортов, свиде-

тельств о государственной регистрации, договоров аренды земельных (лесных) участков и их кадастровых номеров (номеров по лесному реестру);

– создан блок слоев «кадастр», в который были включены слои, отображающие земли, поставленные на кадастр, земли по лесному фонду, кадастровые кварталы, границы округов и МО с целью оптимального и правильного согласования отводимых земель и исключения системных и несистемных ошибок координатного описания границ земельных участков;

– разработана географическая информационная система ГИС «Терма» [2].

С помощью ГИС «Терма» электронные карты привязываются к банку данных, что позволяет ключевой элемент общей структуры электронной карты месторождений нефти - слой «Объекты имущества», с информацией обо всех объектах недвижимого имущества компании и части объектов движимого имущества привязать к географической карте. Структура слоя «Объекты имущества» содержит следующие поля: инвентарный номер, наименование, данные технического/кадастрового паспорта, свидетельства о праве собственности, договорах аренды, адресный ориентир, источник топоматериала. Под движимым имуществом понимаются внутрикустовые комплексы кустов скважин – АГЗУ, БГ, БДРХ, внутрикустовые трубопроводы, основание кустовой площадки.

Возможности применения электронных карт представлены на рис. 2.

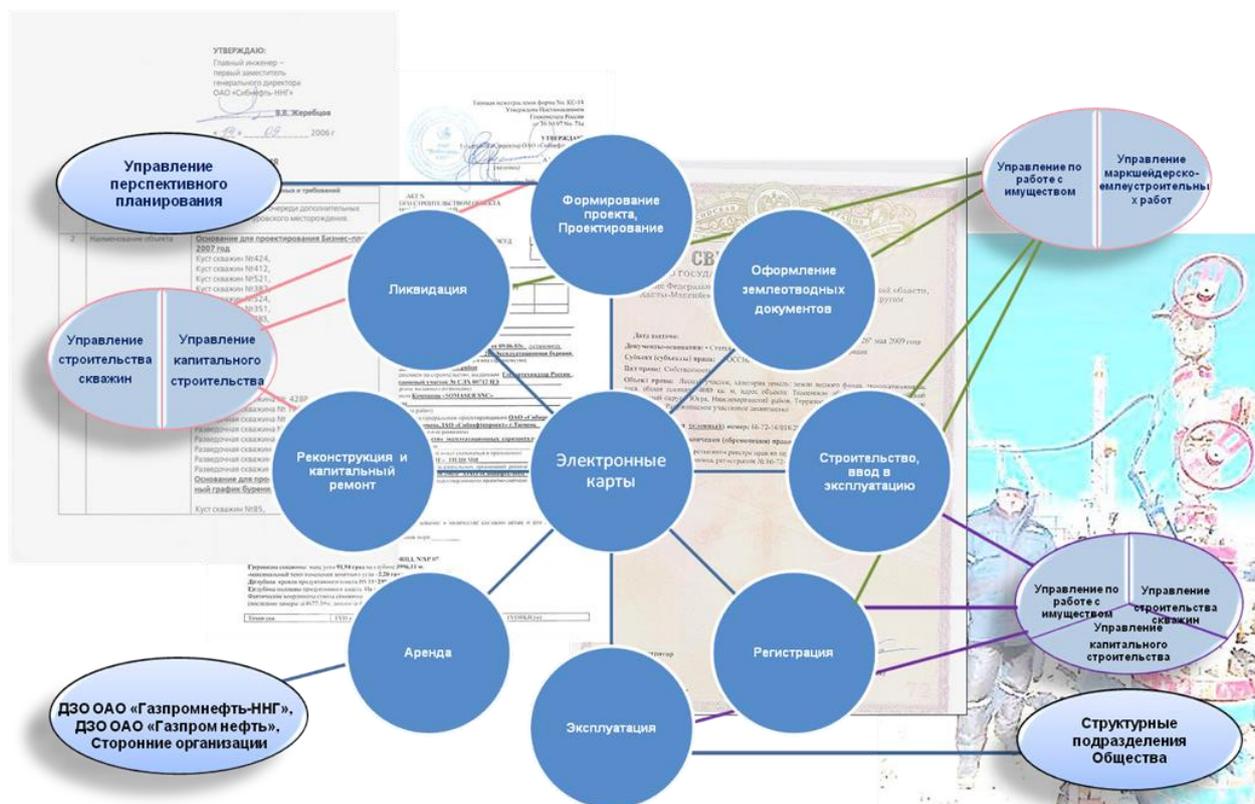


Рис. 2. Применение электронных карт при работе с имуществом на различных этапах «Жизненного цикла объектов недвижимости»

Разработан банк данных, включающий в себя несколько баз данных по назначению и распределению уровня доступа пользователей:

– база пространственных геоданных, включающая слои «инфраструктуры» и «топоосновы»;

– тематическая база данных, включающая слои по безопасности (пожары, аншлаги, ПСПИ), блок «кадастр», «лесоустройство», «объекты имущества», «проектные данные», «экология» (шламовые амбары, нефтезагрязнения, реккультивация);

– общедоступная база данных (обзорные карты м 1:200000 и мельче).

В 2011 году в ОАО «Газпромнефть-ННГ» была внедрена единая местная система координат «МСК-ННГ» [2], с целью установления на территорию деятельности единого унифицированного пространства, консолидации разнотематических геопространственных данных в единое информационное поле, повышения точности и достоверности данных, проведения комплекса геодезических и топографических работ при инженерных изысканиях, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений, маркшейдерских, землеустроительных и иных специальных работ в едином координатном пространстве, что в свою очередь позволило использовать электронные карты с максимальным экономическим эффектом для снижения денежных и временных затрат при производстве топографо-геодезических работ.

Также необходимо отметить, что электронные карты как основа используются для мониторинга объектов инфраструктуры ТЭК с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), что позволяет получить данные для: оценки степени облесения, для прогнозирования вырубки вдоль трассы; поиска участков с непроектной глубиной залегания трубопровода; получения фото и видео материалов из труднодоступных районов; производственного и экологического мониторинга (обнаружения разливов нефти, контроля работ по ликвидации последствий; оценки состояния трубопроводов на переходах суша-вода; несанкционированных врезок в трубопроводы; появления новых объектов в охранной зоне; мониторинга и опознания движущихся объектов в охранной зоне, в т.ч. и в ночное время (рис. 3).

В заключение можно отметить, что эффективное управление ресурсами нефтегазодобывающего предприятия прежде всего зависит от достоверности исходной информации об объекте и возможности связать эту информацию с другими базами данных Компании. Электронные карты позволяют получить достоверную информацию о плановом и высотном положении наземных и подземных объектов недвижимости и земельных (лесных) участков, а также являются основой для автоматизации процессов при принятии управленческих решений в работе с объектами недвижимости на основе передовых геоинформационных технологий.

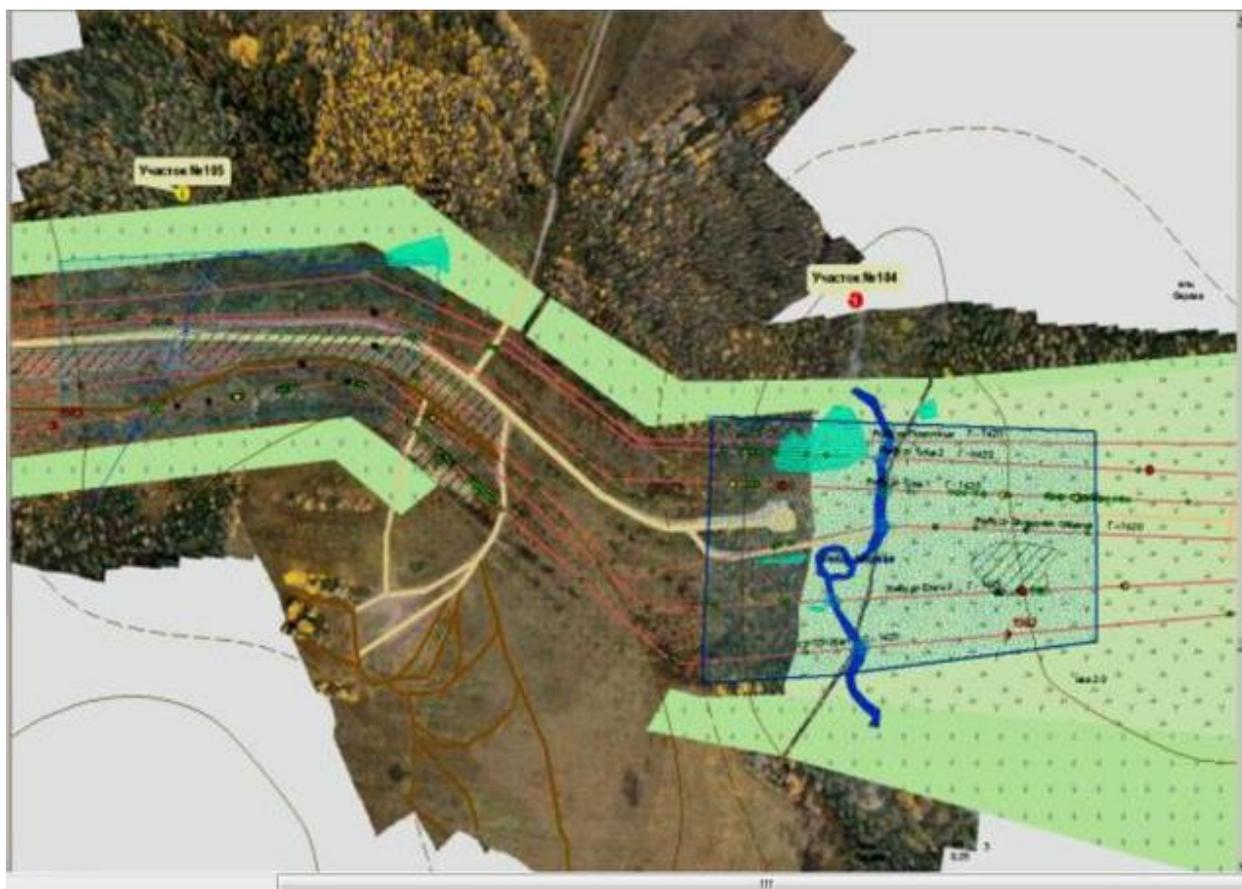


Рис. 3. Электронная карта и результаты ДЗЗ с помощью БПЛА

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Комплексная геоинформационная система в ОАО «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаз» / М. Д. Козориз, П. А. Коноплев, А. В. Скрипников, В. П. Лаврус // ГЕО-Сибирь-2009. V Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 20–24 апреля 2009 г.). – Новосибирск: СГГА, 2009. Т. 1, ч. 2. – С. 252–260.

2. Коноплев П.А., Скрипников А. В. Комплексная геоинформационная система в ОАО «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаз» // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 2. – С. 86–90.

© П. А. Коноплев, А. В. Скрипников, 2014

СЕРИЯ ЦИФРОВЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА КАК ЧАСТЬ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ

Светлана Сергеевна Дышлюк

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой картографии и геоинформатики СГГА, тел. (383)361-06-35, e-mail: s.s.dyshlyk@ssga.ru

Ольга Николаевна Николаева

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент СГГА, тел. 8923-227-89-57, e-mail: onixx76@mail.ru

Лариса Анатольевна Ромашова

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры картографии и геоинформатики СГГА, тел. (383)361-06-35, e-mail: ris0306@yandex.ru

Статья посвящена роли экологической информации в формировании инфраструктуры пространственных данных муниципального уровня. Рассмотрены возможности использования экологических геоданных для управления состоянием городской среды. В качестве инструмента управления предложена серия цифровых экологических карт промышленного центра.

Ключевые слова: пространственно распределенные данные, базы пространственных данных, экологическое картографирование, окружающая среда, геоинформационное картографирование, цифровые карты.

THE SERIES OF DIGITAL ECOLOGICAL MAPS OF THE CITY AS A COMPONENT OF GEOSPATIAL DATA INFRASTRUCTURE

Svetlana S. Dyshluk

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Associate Prof. Department of Cartography and Geoinformatics SSGA, tel. (383)361-06-35, e-mail: s.s.dyshlyk@ssga.ru

Olga N. Nikolaeva

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Associate Prof. Department Ecology and Natural Resources Management SSGA, tel. (383) 361-08-86, e-mail: onixx76@mail.ru

Larisa A. Romashova

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Associate Prof. Department of Cartography and Geoinformatics SSGA, tel. (383)361-06-35, e-mail: ris0306@yandex.ru

The article considers the role of the environmental information in terms of the municipal geospatial data infrastructure. The possibilities of usage of environmental geospatial data for municipal

management are given. The series of digital ecological maps of the city are submitted as a management instrument.

Key words: spatial database, ecological mapping, environment, geoinformation mapping, digital map, spatially distributed data.

В современной России высокая антропогенная нагрузка территорий сочетается с неблагоприятной социально-экономической ситуацией, что создает реальную угрозу устойчивому ведению природопользования и качеству среды обитания населения. В связи с этим возникает необходимость получения точной и своевременной информации о показателях состояния окружающей среды и здоровья населения для принятия экстренных управленческих решений, разработки и коррекции систем профилактических и диагностических мероприятий [1]. Решить эти задачи позволит реализация «Концепции создания и развития инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации», действующая в соответствии с распоряжением Правительства РФ от 21.08.2006 № 1157-р.

Одной из основных задач «Концепции...» является «...создание и интеграция государственных информационных ресурсов, содержащих пространственные данные Российской Федерации и субъектов Российской Федерации, а также информационных ресурсов, содержащих пространственные данные муниципальных образований, на основе использования базовых пространственных данных и метаданных».

Неотъемлемой частью национальной инфраструктуры пространственных данных являются сведения об экологической обстановке, формирующейся на территории промышленных центров, поскольку они являются сосредоточением технологий и инвестиций, способствующих экономическому росту государства, и одновременно с этим оказывают интенсивное и многостороннее негативное воздействие на окружающую среду [2].

Экологическая компонента инфраструктуры пространственных данных предназначена для использования специалистами при решении разнообразных и зачастую сложных задач в сферах рационального использования и воспроизводства природных ресурсов, охраны окружающей среды и здоровья населения. Поэтому для принятия взвешенных и разумных решений необходимо предусмотреть инструмент анализа разнородных экологических данных, оптимальный поставленным задачам [3, 4]. Этот инструмент должен основываться на принципиально новом подходе к структурам производства данных об окружающей среде, обеспеченном использованием компьютерных технологий [5].

Пригодность той или иной информационной технологии для формирования экологической компоненты инфраструктуры пространственных данных должна оцениваться, исходя из следующей системы критериев [6,7]:

- возможность накопления и систематизации обработки и анализа больших объемов разнородной территориально распределенной информации на всех уровнях управления;

- использование общепринятых форматов баз данных;
- открытость информационной системы, обеспечивающая информационный обмен между государственными органами власти и управления, медицинскими и иными организациями;
- гибкость структуры пространственных данных, позволяющая осуществлять ее поэтапное внедрение;
- наличие развитых возможностей экспорта и импорта данных;
- применение развитых и общепризнанных технических платформ;
- экономическая целесообразность.

Технологии геоинформационного картографирования являются оптимальными для решения вышеперечисленных задач. Средствами ГИС массивы экологических данных и базовая картографическая информация интегрируются в единое пространство, в котором осуществляется дальнейший анализ данных с целью выявления критических значений техногенного воздействия на окружающую среду, моделирования перспективного развития ситуации и наглядного представления результатов анализа в виде картографических моделей.

Геоинформационные системы предоставляют наиболее естественный для человеческого восприятия способ систематизации и упорядочивания информации, состоящий в графическом отображении исследуемых объектов и привязанных к ним тематических данных. При этом важно отметить, что все сведения, собранные и упорядоченные в ГИС, в дальнейшем могут воспроизводиться как в исходном виде, так и в преобразованном (средние значения поверхностей распределения, доверительные границы интервалов показателей и т. п.). Для геоинформационных технологий характерна возможность получения результатов в кратчайшие сроки, что ускоряет принятие решений в условиях чрезвычайных ситуаций, связанных с самыми сложными объектами исследования (экосистемами, техногенными системами, населением) [8].

Эффективным средством визуализации пространственных экологических данных являются цифровые экологические карты различной тематики. С 2004 года в лаборатории медико-экологического картографирования СГГА ведутся научно-исследовательские и практические работы по созданию серии подобных карт на г. Новосибирск. Основной методологический принцип при проектировании серии состоит в структурировании и распределении экологических геоданных в соответствии с характером загрязняемого природного компонента и типом загрязнения [9]. Логичность построения и внутреннее единство карт серии достигается за счет использования системного подхода к проектированию всей серии карт, согласования карт в отношении картографической основы, масштаба, компоновок, знаковых систем, принципов генерализации и оформления. Исходя из этого, разработанная серия складывается из следующих карт, выполненных на г. Новосибирск:

- «Общее загрязнение воздушного бассейна»;
- «Загрязненность воздушного бассейна от стационарных источников»;
- «Состояние водных объектов»;
- «Загрязнение почв»;

- «Техногенные радиоэкологические факторы»;
- «Природные радиоэкологические факторы»;
- «Электромагнитное и шумовое загрязнение»;
- «Загрязнение снежного покрова»;
- «Градостроительная ситуация и уровень экологического риска на территории».

Серия цифровых экологических карт отображает как аналитические, так и комплексные показатели, позволяющие выполнить экологическое зонирование территории по тем или иным признакам. Оформление карт обеспечивает гармоничность и цветовое разнообразие условных обозначений, их наглядность, легкую читаемость, понятность потребителю. Общий вид карт серии приведен на рис. 1.

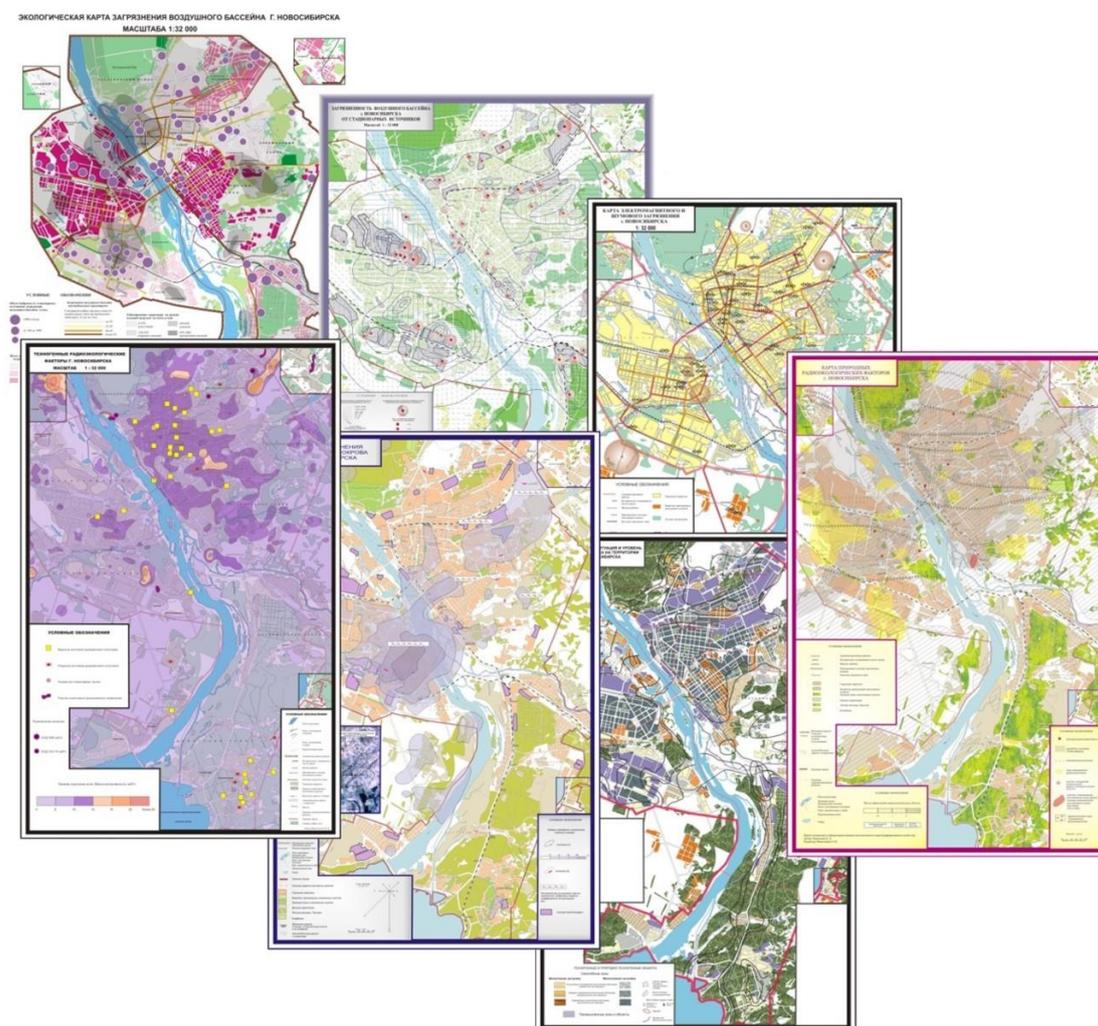


Рис. 1. Серия цифровых экологических карт на г. Новосибирск

Серия цифровых экологических карт на г. Новосибирск, созданная в лаборатории медико-экологического картографирования СГГА, позволяет система-

тизировать и комплексно анализировать экологические пространственные данные для решения разнообразных практических задач:

- оценка экологической обстановки на территории города и её влияния на здоровье населения;

- обоснование рационального размещения промышленных предприятий, селитебных территорий, зеленых зон;

- разработка рекомендаций по улучшению условий жизни населения и охране окружающей среды.

В перспективе созданная серия экологических карт может рассматриваться как база данных для разработки информационной картографической системы экологического состояния территории, входящей в состав Западно-Сибирской инфраструктуры пространственных данных [10].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лисицкий Д. В. Перспективы развития картографии: от системы «Цифровая земля» к системе виртуальной геореальности // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 8–16.

2. Николаева О. Н., Ромашова Л. А., Гаврилов Ю. В. Серия экологических карт промышленного центра как часть инфраструктуры пространственных данных // Материалы IX науч. конф. по темат. картографированию: Тематическое картографирование для создания инфраструктур пространственных данных (Иркутск, 23-26 ноября 2010 г.) – Иркутск: Изд-во ИГ им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2010. – С. 164–166.

3. Карпик А. П., Лисицкий Д. В. Электронное пространство – сущность и концептуальные основы // Геодезия и картография. – 2009. – № 5. – С. 41–44.

4. Лисицкий Д. В., Кацко С. Ю. Изменение роли картографических изображений в процессе формирования единого электронного геопространства // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 156–161.

5. Мазуров Б. Т., Николаева О. Н., Ромашова Л. А. Совершенствование информационной базы региональных ГИС (РГИС) для инвентаризации и картографирования ресурсов // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 130–134.

6. Научно-методические основы формализации процессов составления тематических карт для реализации в ИСА ГИС / С. С. Дышлюк, О. Н. Николаева, Л. А. Ромашова, С. А. Сухорукова // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2011. – № 5. – С. 91–93.

7. Дышлюк С.С., Павлов Е.В. К вопросу автоматизированного создания тематических карт // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 3. – С. 162–165.

8. Дышлюк С. С., Пошивайло Я. Г. Использование ГИС-технологий для мониторинга состояния воздушной среды г. Новосибирска // Материалы IX науч. конф. по темат. картографированию: Тематическое картографирование для создания инфраструктур пространственных данных (Иркутск, 23–26 ноября 2010 г.) – Иркутск: Изд-во ИГ им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2010.

9. Николаева О. Н., Ромашова Л. А., Гаврилов Ю. В. Об опыте и результатах системного картографирования экологической ситуации Новосибирска // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2011. – № 3. – С. 91–94.

10. Мазуров Б. Т., Николаева О. Н., Ромашова Л. А. Интегральные экологические карты как инструмент исследования динамики экологической обстановки промышленного центра // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 88–91.

© С. С. Дышлюк, О. Н. Николаева, Л. А. Ромашова, 2014

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛЕВОГО КОДИРОВАНИЯ ПРИ СЪЕМКЕ МЕСТНОСТИ И ОТОБРАЖЕНИИ ОБЪЕКТОВ И СИТУАЦИЙ В ПРОГРАММЕ CREDO_DAT 4.1

Денис Борисович Новоселов

ООО «Сибшахтостройпроект», 654027, Россия, г. Новокузнецк, пр. Курако, 19Б, главный специалист отдела инженерно-геодезических изысканий, тел. (3843)900-420, e-mail: moblic@mail.ru

Иван Сергеевич Кирьянов

Сибирский государственный индустриальный университет, 654007, Россия, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42, студент группы ГД-132, тел. (3843)74-86-35, e-mail: ivan1995ivan95@mail.ru

В статье представлены методика использования полевого кодирования при съёмке местности с помощью современных геодезических приборов и обработка данных в современных программных продуктах. В качестве программного продукта была использована программа CREDO_DAT 4.1.

Ключевые слова: полевое кодирование, кодовая строка, семантика, формат с разделителями, позиционный формат, поперечник, CREDO_DAT 4.1.

THE USE OF FIELD ENCODING, SURVEY AND MAPPING OF OBJECTS AND SITUATIONS IN THE PROGRAM CREDO_DAT 4.1

Denis B. Novoselov

LLC «Sibshahtostroyproekt», 654027, Russia, Novokuznetsk, av Kurako, 19b, the main specialist of the engineering-geodetic survey department, tel. (3843) 900-420, e-mail: moblic@mail.ru

Ivan S. Kiryanov

The Siberian State Industrial University, 654007, Russia, Novokuznetsk, Kirova St. 42, student of DG-132, tel. (3843)74-86-35, e-mail: ivan1995ivan95@mail.ru

The paper presents method for encoding the use of field surveying using modern surveying instruments and data processing in modern software products. As a software program was used Credo_dat 4.1.

Key words: field coding, code string, semantics, the delimited format, position format, diameter of the distance, CREDO_DAT 4.1.

Полевое кодирование представляет собой комплексную технологию для сбора и обработки информации о топографических объектах. С помощью специальных команд, их параметров и семантических атрибутов, введенных непосредственно при съёмке, пользователь имеет возможность:

- установить связь объекта с его описанием в классификаторе;
- осуществить привязку объектов к снимаемым точкам на местности;
- сформировать описание геометрии сложных линейных и площадных объектов;
- задать семантическое описание объектов;

– определить параметры снимаемых пунктов (тип координат и отношение к рельефу);

– сократить время, которое затрачивается на создание планов местности.

В качестве программного продукта мы использовали программные продукты компании «Кредо-Диалог» г. Минск.

Закодированная информация передается в CREDO_DAT 4.1 в виде кодовых строк, поля которых содержат коды команд с параметрами, атрибуты снимаемых объектов и их семантическое описание. Кодовые строки импортируются вместе с данными измерений в составе файлов, полученных с электронных тахеометров. Во время съемки кодовая строка вводится в поле кода (таких полей может быть несколько), предусмотренного в большинстве приборов.

В программе CREDO_DAT 4.1 присутствует классификатор, в котором собраны все коды объектов. При необходимости в него можно добавлять свои коды, задавать свойства семантики и дескрипторы. Перед съемкой местности необходимо выбрать нужные, чтобы уже во время съемки мы могли их использовать.

В программе CREDO_DAT 4.1 заданы 3 системы полевого кодирования – компактный формат, стандартный и формат CREDO_DAT 4.1. Пользователь можно создать свою уникальную систему полевого кодирования, которая больше всего подходит к определенному электронному геодезическому инструменту. Также можно редактировать существующие системы полевого кодирования. В нашем случае тахеометр Sokkia SET 530R3 не мог вводить в кодовой строке символ ;, который по умолчанию является разделителем кодов, вместо него был выбран символ &.

Кодовая строка может быть представлена в одном из двух форматов: с разделителями или позиционном. Использовать позиционный формат целесообразно, когда в геодезическом приборе ограниченные функции по набору символов, а формат с разделителями, когда существует полнофункциональная клавиатура.

Формат с разделителями – разделителями полей в кодовой строке являются пробелы. Символы «/» и «=» в описании формата, а также символ-разделитель кодовых строк «;» предлагаются для использования по умолчанию.

*[код [-идентификатор]] [команда [параметр] [признак-1]]
[/код_атрибута=значение_атрибута] [признак-2]*

Позиционный формат – все элементы кодовой строки имеет фиксированную длину и между ними отсутствуют разделители.

[-]fff [i] [cc [d [± параметр]]] cc [±параметр],

где fff - код условного знака (3 символа),

i - идентификатор (1 символ),

сс - код команды (2 символа),
 d - признак-2 (1 символ).

Рассмотрим пример полевого кодирования в позиционном формате.

В примере представлены коды точечных и линейных объектов. Точка 16 - начало линейного объекта с кодом 713 (ограды металлические высотой более 1 метра); 1 - идентификатор, при полевом кодировании параллельно можно снимать 10 объектов с одинаковым кодом; 11 - код команды, в данном случае - это начало линейного объекта, 13 - конец. Точки 18,19 и 20 - продолжение линейного объекта с кодом 713 (рис. 1). Точки 33, 34, 35 и 35 - линейный объект с кодом 612 (тропы). Точки 37 и 38 имеют сразу два кода, в качестве разделителя представлен символ &, как в первой, так и во второй строке представлен смотровой люк код 403 и канализация код 375 (рис. 1). Точки 39, 42 и 63 - точечные объекты, соответственно ж/б столб, кустарник и дерево лиственное.

Номер	Код
16	713111
17	7131
18	7131
19	7131
20	7131
33	612011
34	6120&379013
35	6120
36	612013&451011
37	403&375011
38	403&375013
39	353
42	560
63	554

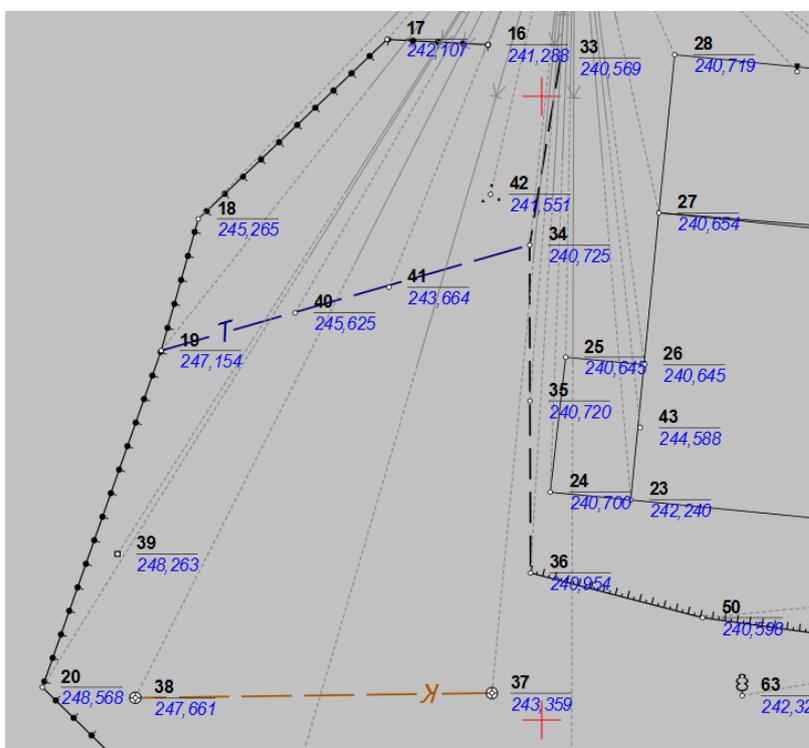


Рис. 1. Пример полевого кодирования в позиционном формате

Для описания структурных линий и контуров рельефа при кодировании топографических объектов применяется отношение объекта к цифровой модели рельефа. В формате с разделителями задается символом «b», в позиционном - вводом знака «-» перед кодовой строкой, например:

- -220011 в позиционном формате;
- 2200 pln b в формате с разделителями.

Рассмотрим пример кодирования в формате CREDO_DAT 4.1 с разделителем при кодировании поперечника.

Точка 14 - задание нового линейного объекта с кодом 614 (автомагистрали с дорожным покрытием), 1 – идентификатор линейного объекта, s – начать сплайн (рис. 2). Точка 15 - новый линейный объект с кодом 451 (откос неукрепленный), который задаётся ломанной линией. Точка 18 команда ps – начало поперечника, точка 21 команда pe – окончание поперечника. При съёмке первого поперечника эта команда завершает первый поперечник, т.е. указывает количество линий в поперечнике. При съёмке последующих поперечников – завершает режим съёмки поперечников [1]. Точки 22, 23, 24, 25 – съёмка поперечника, код вводить не нужно, в этом случае код будет тиражироваться до тех пор, пока мы не завершим линии съёмки поперечника командой pe.

Номер	Код
14	614-1 s
15	451-1 p
16	614-1
17	451-1
18	451-1 ps
19	614-1
20	614-2
21	450-1 pe
22	код отсутствует
23	код отсутствует
24	код отсутствует
25	код отсутствует

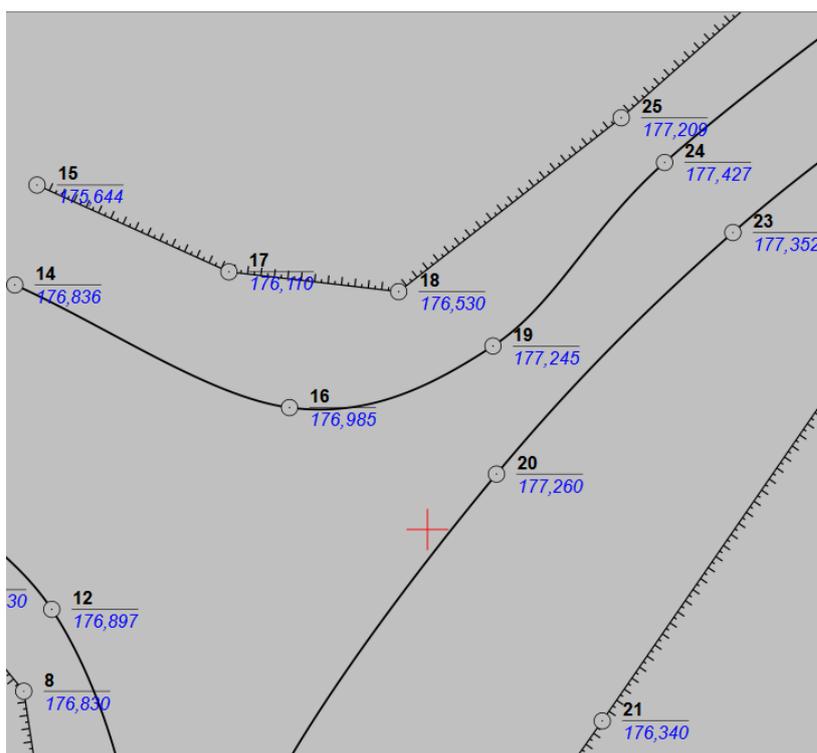


Рис. 2. Пример полевого кодирования поперечника

При съёмке поперечника мы использовали направление съёмки последовательно, это когда съёмка ведется змейкой. В программе предусмотрена съёмка в постоянном направлении, когда съёмка ведется по линиям.

В случае появления на снимаемых поперечниках незначительных изменений можно использовать команды добавления новой и завершения существующей линий, а также кодирования точек, не относящихся к поперечнику. При необходимости выполнения съёмки, не относящейся непосредственно к съёмке поперечника, можно использовать команду пауза в съёмке поперечников, код – pp.

Рассмотрим другой пример кодирования в формате CREDO_DAT 4.1 с разделителем при кодировании поперечника.

Точки 105, 106, 107 – тиражирование кода при съёмке поперечника, коды вводить не нужно (рис. 3). Точка 108 команда р- закончить линию откоса неукреплённого. Точка 109 - начало линейного объекта с кодом 974 (забор деревянный решетчатый), команда pp – пауза в съёмке поперечника. Точка 110 – конец линейного объекта с кодом 974. Точка 111 – точечный объект с кодом 332 (фонари на деревянный столбах). Точка 112 – точечный объект дерево хвойное с заданными свойствами семантики, порода Ель, высота 15 метров. Точки 113 и 114 – точечные объекты, точка 115 - снятие паузы в съёмке поперечника. Точки 116 и 117 - продолжение съёмки поперечника.

Номер	Код
105	код отсутствует
106	код отсутствует
107	код отсутствует
108	р-
109	974-1 р pp
110	974-1 е
111	332
112	555 /P=EI/H=15.00
113	308
114	332
115	pp
116	код отсутствует
117	код отсутствует

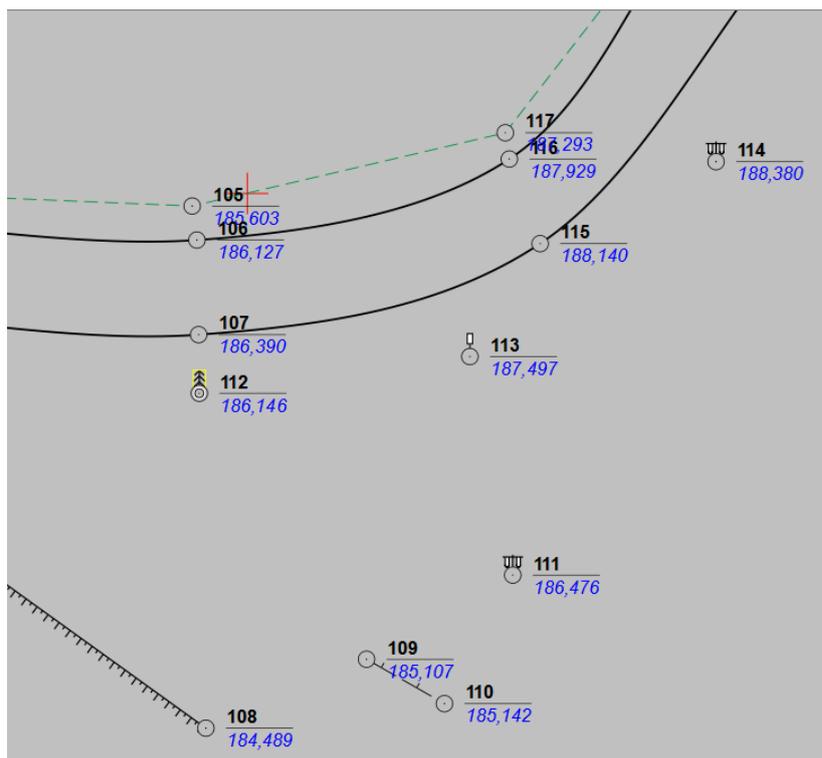


Рис. 3. Пример полевого кодирования поперечника с использованием паузы съёмки

Во время выполнения кодирования существует несколько правил, которые следует соблюдать, чтобы ваша работа была продуктивна и рационально расходовала ваше время:

- кодовая строка вводится в поле кода электронного прибора. В разных приборах это поле может называться по-разному, часто для ввода кода предусмотрены поля комментариев. Важно знать, как данное поле интерпретируется при импорте в CREDO_DAT;

- информация, содержащаяся в кодовой строке, относится к текущему снимаемому пункту. Если снимается линейный или площадной объект, то для каждого снимаемого пункта должна быть сформирована соответствующая кодовая строка;

– система полевого кодирования позволяет производить съемку сразу нескольких линейных и площадных объектов, в том числе и с одинаковым кодом. Для различия этих объектов в кодовой строке предусмотрен специальный идентификатор;

– при съемке большого количества однотипных объектов необходимо явно указать признак тиражирования (по умолчанию - символ **t** после кода объекта);

– ввод нового кода объекта не отменяет тиражирование кода, а лишь приостанавливает его. Для следующих точек, которые идут без кода, будет установлен код объекта, указанный при начале тиражирования. Отмена тиражирования кода – повторная установка символа тиражирования;

– при съемке поперечников выполнение команды тиражирования приостанавливается. По окончании съемки поперечников тиражирование кода активизируется вновь;

– для задания объектов могут использоваться геометрические примитивы: окружность, квадрат, прямоугольник, параллелограмм.

В заключение хотелось отметить, что использование системы полевого кодирования сокращает процесс камеральной обработки измерений, но при этом увеличивает время работы в поле и в некоторых случаях позволяет отказаться от ведения абриса. Существует много вопросов по поводу рациональности использования системы полевого кодирования, но это отдельная тема.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. CREDO_DAT 4.1. Руководство пользователя // Компания «Кредо-Диалог», 2011, 114 с.

© Д. Б. Новоселов, И. С. Кирьянов, 2014

СОЗДАНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ ТУРИСТИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ ТРЕХМЕРНЫХ ВИРТУАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ МЕСТНОСТИ

Денис Борисович Новоселов

ООО «Сибшахтостройпроект», 654027, Россия, г. Новокузнецк, пр. Курако, 19Б, главный специалист отдела инженерно-геодезических изысканий, тел. (3843)900-420, e-mail: moblic@mail.ru

Валентина Александровна Новоселова

Сибирский государственный индустриальный университет, 654007, Россия, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42, старший преподаватель кафедры геологии и геодезии, тел. (3843)74-86-35, e-mail: novoselova_va@mail.ru

Евгений Александрович Звягинцев

ООО «Сибшахтостройпроект», 654027, Россия, г. Новокузнецк, пр. Курако, 19Б, инженер-геодезист отдела инженерно-геодезических изысканий, тел. (3843)900-420, e-mail: Ezvyagintsev2012@gmail.com

Создана и внедрена туристическая информационная система района Поднебесных Зубьев на основе трехмерной виртуальной модели местности в целях туристической деятельности. Эта система позволяет изучать незнакомую местность, прокладывать маршруты, учитывая значения высоты, знакомиться с местоположением баз и стоянок для отдыха и смотреть фотографии достопримечательностей.

Ключевые слова: цифровая модель рельефа, виртуальная модель местности, Поднебесные Зубья, туристическая информационная система.

CREATING AND IMPLEMENTATION OF TOURIST INFORMATION SYSTEMS BASED ON THREE-DIMENSIONAL VIRTUAL TERRAIN MODELS

Denis B. Novoselov

LLC «Sibshahtostroyproekt», 654027, Russia, Novokuznetsk, av. Kurako, 19b, the main specialist of the engineering-geodetic survey department, tel. (3843)900-420, e-mail: moblic@mail.ru

Valentina A. Novoselova

The Siberian State Industrial University, 654007, Russia, Novokuznetsk, Kirova Str. 42, senior teacher of chair of geology and geodesy, tel. (3843)74-86-35, e-mail: novoselova_va@mail.ru

Evgeniy A. Zvyagintsev

LLC «Sibshahtostroyproekt», 654027, Russia, Novokuznetsk, av. Kurako, 19b, geodesist of the engineering-geodetic survey department, tel. (3843)900-420, e-mail: Ezvyagintsev2012@gmail.com

Created and applied system of tourist information area Podnebesny Zybia on the basis of a three-dimensional virtual model of the area to tourism. This system allows us to study unknown terrain, run routes, taking into account heights, met with the location of bases and sites for recreation and view photos attractions.

Key words: digital elevation model, the three-dimensional virtual model, Podnebesny Zybia, tourist information system.

Сегодня повсеместно внедряются современные технологии автоматизации и визуализации геодезических данных. Появляются различные программные продукты, которые позволяют значительно сократить время выполнения работ и создавать трехмерные цифровые карты. Цифровая карта является основой для изготовления бумажных и электронных карт, входит в состав картографических баз данных и служит важнейшим элементом информационного обеспечения ГИС[1].

В качестве объекта для создания туристической информационной системы был выбран район Поднебесных Зубьев - туристический район в Кузнецком Алатау, расположенный на границе Кемеровской области и Хакасии вблизи железнодорожной станции Лужба. Ближайший город — Междуреченск, находится в 60 км к западу от Поднебесных Зубьев. Чистейшие ручьи и реки текут из синих каровых озёр, много родников, водопадов, порогов. На склонах хребта лежат небольшие ледники, находящиеся на аномально низкой высоте. Хребет имеет типичный альпийский облик. В рельефе характерно сочетание гольцевых куполовидных форм высотой свыше 2000 метров с обширными выровненными водораздельными пространствами. В центральной части хребта поднимаются вершины Большого Зуба (2046) – самая высокая точка Кемеровской области. Эта местность была выбрана неспроста, в феврале 2013 года исполнилось 70 лет со дня образования Кемеровской области и данный проект приурочен к этой дате.

Главное отличие данной туристической системы – то, что в её основе лежит не обычная карта, а полноценная трехмерная виртуальная модель местности (ВММ). Виртуальная модель местности – математическая модель местности, содержащая информацию о рельефе земной поверхности, ее спектральных яркостях и объектах, расположенных на данной территории, и предназначенная для интерактивной визуализации, и обладающая эффектом присутствия на местности. Для создания и визуализации ВММ с достаточно высокой степенью реалистичности требуется применение программ, способных обрабатывать трехмерные объекты, «драпированные» («обтянутые») текстурой (растровые карты или космические снимки)[2].

В качестве такой программы была выбрана программа AutoCAD Civil 3D, основным преимуществом данной программы является то, что она предоставляется бесплатно для преподавателей и студентов ВУЗов по всему миру. Данная программа позволяет визуализировать модель либо с любого ракурса, либо вращать ее перед наблюдателем. Основным же достоинством является то, что САД-пакеты очень хорошо знакомы преподавателям и студентам технических специальностей, а также между различными пакетами, которые сейчас встречаются на рынке, существует отличный импорт/экспорт.

Виртуальная модель местности состоит из:

- цифровой модели рельефа;
- растрового изображения;
- векторных данных;
- трехмерных объектов специального назначения.

Цифровая модель рельефа (ЦМР) - это трёхмерное цифровое отображение реального рельефа. Степень соответствия виртуальной модели реальной местности в основном зависит от точности передачи рельефа земной поверхности. Чем точнее и детальней модель рельефа, тем более реалистична модель. Однако при визуализации трехмерных сцен на обсчет ЦМР может уходить от 50 до 98 % вычислительных мощностей компьютера, и потому излишняя подробность при передаче земной поверхности нецелесообразна.

Для создания ЦМР была использована современная топографическая карта района Поднебесных Зубьев в масштабе 1:50000. Общая площадь около 1220 км².

Для создания ЦМР использовалась бесплатная полнофункциональная версия программы Easy Trace 7.99. Программа не содержит каких-либо ограничений и распространяется бесплатно. Easy Trace является пакетом программ для полуавтоматической интерактивной векторизации цветных и черно-белых растровых изображений. Этот пакет предназначен для переноса графической информации с бумажных носителей в электронный вид и ориентирован на обработку картографических материалов. [3]

Топографическая карта подгружается в проект Easy Trace, и с помощью инструментов программы векторизуются все горизонтали и реки – основные элементы для построения ЦМР (рис. 1). Основным преимуществом программы является функция автоматического ввода Z-координаты. Эта возможность полуавтоматического присвоения значений высот горизонталям (т. е. присвоение Z-координаты полилиниям) реализована через специальный инструмент простановки высот.

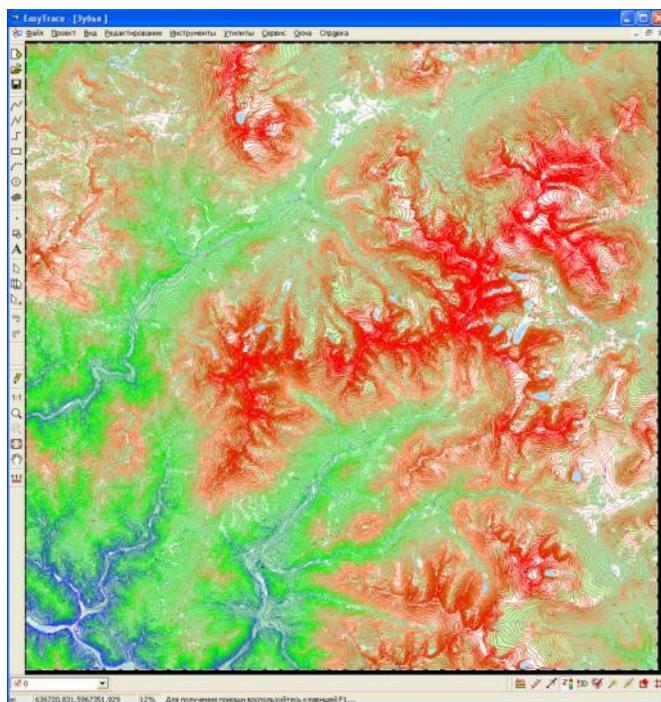


Рис. 1. Работа в программе Easy Trace

Оптимальное соотношение между разрешением цифровой модели рельефа и растров 1:4— 1:8. Для масштаба 1:50000 оптимальное разрешение шага ЦМР составляет 20-25 метров, дальнейший рост значительно повышает требования к ресурсам компьютера.

Исходные данные для построения цифровой модели местности - это отметки вершин, горизонтали и реки. Отметки вершин представлены точками в условной системе координат и исходной отметкой. Горизонтали представлены полилиниями с одинаковой высотой. Полилиния – основной инструмент при

работе в САД-пакетах. Реки представлены 3D-полилиниями, т.е. их отметки не постоянны, а интерполируются из точек пересечения рек с горизонталями. С реками цифровая модель местности более приближена к действительности.

Фактически нами были созданы 2 цифровые модели рельефа, одна в масштабе по оси Z 1:1, другая 2:1. Первая служит для правильного расчета пути в километрах, а вторая - для изучения местности, так как трехмерная сцена имеет очень большую общую площадь и горные массивы скрадываются на такой большой площади. Также одним из недостатком САД-пакетов является то, что они работают в математической системе координат, где нет возможности изменять масштаб одной из осей при визуализации. В AutoCAD нет функции изменения масштаба по одной из осей, но такой параметр присутствует для каждой оси при вставке обычного блока. Для изменения масштаба по оси Z необходимо создать блок из горизонталей, рек и отметок вершин и затем вставить его с параметром $Z = 2$.

В качестве растровых изображений использовались: исходная топографическая карта масштаба 1:50000, туристическая карта и космический снимок.

Предварительная обработка исходной карты была осуществлена в программном продукте CREDO Трансформ 3.1. Основное назначение данного продукта - сканирование исходного картографического материала, метрически корректная трансформация и сшивка растрового изображения. Исходная карта состояла из 9 планшетов масштаба 1:50000, в программе они сшивались в условной системе координат и задавались границы видимости планшетов.

Покрытие ЦМР растровыми геоизображениями помогает при ориентации на модели, привнося в ВММ колоссальное количество новых сведений о местности, и делая ее действительно реалистичной. Драпировка модели картами встречается чаще, так как стоимость карт ниже, их проще обрабатывать и вносить в модель. Использование космических снимков требует больших затрат на их закупку, обработку, сшивку и различные виды коррекции. Однако реалистичность модели, драпированной аэро- или космическими снимками, гораздо выше, чем у модели, в которой использовались топографические карты. [2]

Наиболее часто внесение векторных данных в ВММ применяют для показа населенных пунктов, озера, реки (показанные как площадные объекты), реки (линейные), трубопроводов, дорог (железные и автомобильные) и т.п. [2]

В нашей виртуальной модели векторными данными обозначались основные маршруты движения. Маршруты представлены в программе 3D-полилиниями, Z-отметка которых интерполируется при пересечении с горизонталями, реками и отметками вершин. В программе необходимо также задать величину ширины 3D-полилинии, чтобы она выделялась на виртуальной модели местности.

При создании виртуальной модели местности возникает необходимость в отображении специальных объектов, таких как конструкции и строения сложной формы, деревья и другие дискретно расположенные предметы. Несомненно, это ведет к повышению реалистичности.

Для полноценного использования туристической информационной системы в виртуальную модель местности были внедрены трехмерные объекты туристических баз, мест стоянок с палатками и фотографии. Каждый трехмерный объект имеет гиперссылку на специальный файл. Это может быть либо обычная фотография, либо текстовый файл с описанием данного места: для туристических баз – информация о стоимости услуг, фотографии и километраж по тропе (рис. 2); для стоянок – фотографии мест стоянки. В качестве исходного 3D-тела для ссылок на фотографии был создан куб с шириной 50 метров и покрашен в синий цвет. При наведении на данное трехмерное тело появляется фотография достопримечательности (рис. 3).



Рис. 2. Расположение туристических баз



Рис. 3. Фотографии достопримечательностей

Для конечного пользователя работа в данной туристической системе представляет собой изучение местности путём вращения виртуальной модели местности в пространстве с помощью функции «зависимая орбита» (рис. 4).

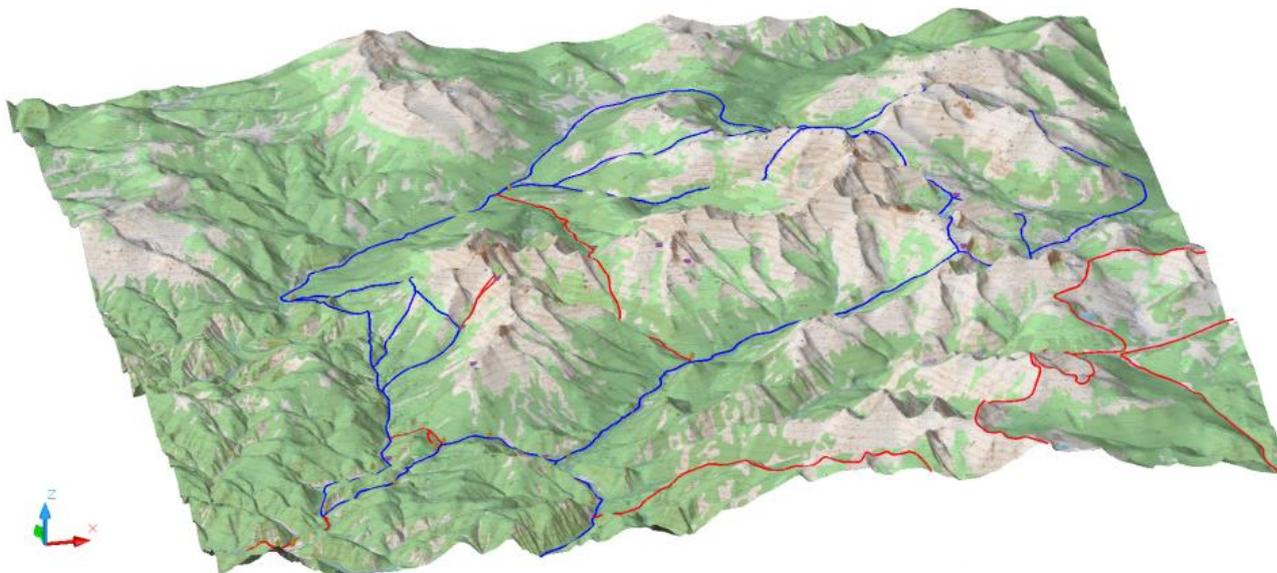


Рис. 4. Виртуальная модель местности с 3D-объектами и маршрутами на основе карты

Модель можно приближать, уменьшать, определять координаты нужных точек, определять расстояния по поверхности модели, смотреть фотографии и осуществлять поиск по названиям баз либо достопримечательностям. Пользователь может сохранять любой ракурс ВММ, напечатать фрагмент сложного перевала, где необходимо будет пройти и создать видеофайл движения по заданной траектории вдоль ВММ. Также пользователь может выбирать растровую подложку, на основе которой будет создана виртуальная модель местности – топографическая карта, туристическая карта и космический снимок (рис. 5). Эти материалы могут быть использованы непосредственно в походе либо в бумажном или в электронном виде на мобильных устройствах.

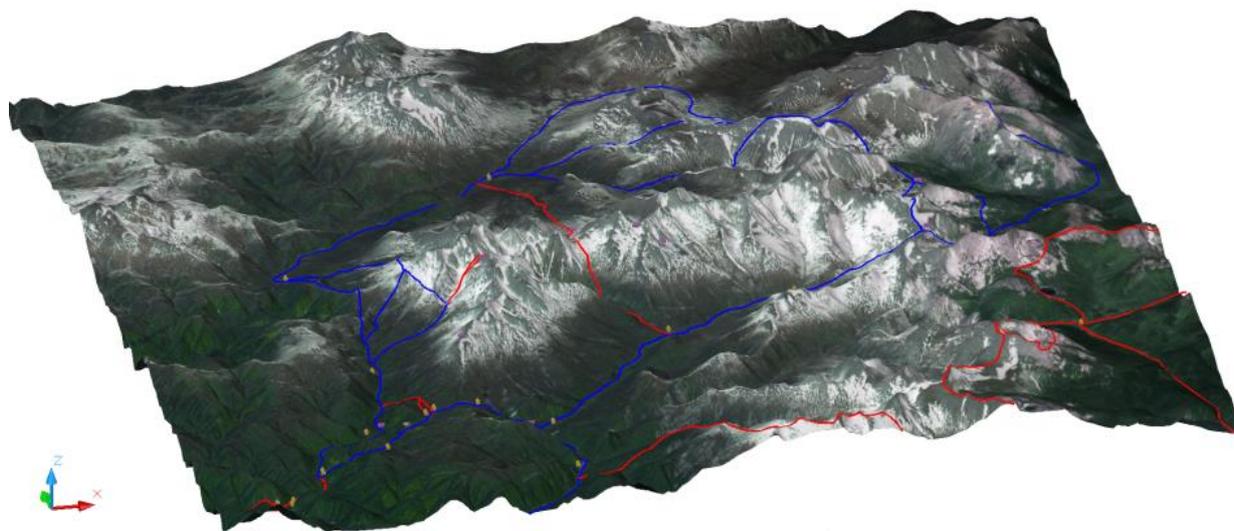


Рис. 5. Виртуальная модель местности с 3D-объектами и маршрутами на основе космического снимка

Мнения о целесообразности применения виртуальных моделей в картографии неоднозначны. Несомненно, использование ВММ в учебном процессе оправдано и уместно, однако дальнейший рост детализации и реалистичности здесь не является необходимым. В большинстве случаев ВММ выполняет роль наглядного пособия. В данном проекте мы практически применили виртуальные модели местности в туристической деятельности. Каждый, кто хочет отправиться в поход, может изучить местность, подсчитать корректно маршрут, изучить расположения баз и посмотреть на фотографии наиболее красивых мест.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Михелев Д. Ш. Инженерная геодезия. – М.: Издательский центр «Академия», 2008.
2. Новоселов Д. Б., Новоселова В. А. Использование трехмерных виртуальных моделей местности в учебном процессе // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 1, ч. 2. – С. 59–63.
3. Easy Trace v 8.0. Руководство пользователя // Easy Trace Group, 2005г.

© Д. Б. Новоселов, В. А. Новоселова, Е. А. Звягинцев, 2014

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ И АНАЛИЗЕ РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Денис Борисович Новоселов

ООО «Сибшахтостройпроект», 654027, Россия, г. Новокузнецк, пр. Курако, 19Б, главный специалист отдела инженерно-геодезических изысканий, тел. (3843)900-420, e-mail: moblic@mail.ru

Даниил Вадимович Самбурский

Сибирский государственный индустриальный университет, 654007, Россия, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42, студент группы ГД-132, тел. (3843)74-86-35, e-mail: samdon@yandex.ru

В статье представлена технология обработки и анализа данных геодезического мониторинга за деформациями главного корпуса обогатительной фабрики «Распадская» в период строительства и эксплуатации с использованием современных компьютерных технологий. В качестве программных продуктов были использованы новейшие версии программ CREDO Нивелир 2.1 и CREDO Расчёт деформаций 1.01.

Ключевые слова: наблюдения за деформациями, обработка и анализ результатов наблюдений, циклы наблюдений, обогатительная фабрика «Распадская», современные технологии, CREDO Расчёт Деформаций.

USE OF MODERN COMPUTER TECHNOLOGY IN TREATING AND ANALYSIS OF RESULTS OF OBSERVATIONS OF DEFORMATION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

Denis B. Novoselov

LLC «Sibshahtostroyproekt», 654027, Russia, Novokuznetsk, av. Kurako, 19b, the main specialist of the engineering-geodetic survey department, tel. (3843) 900-420, e-mail: moblic@mail.ru

Daniel V. Sambursky

The Siberian State Industrial University, 654007, Russia, Novokuznetsk, Kirova Str. 42, student of DG-132, tel. (3843)74-86-35, e-mail: samdon@yandex.ru

The paper presents the technology of processing and analysis of geodetic monitoring of deformations of the main building concentrating factory «Raspadskaya» during the construction and operation of the use of modern computer technology. As the software used the latest versions of programs CREDO Leveler ver. 2.1 and CREDO Calculation of deformations ver. 1.01.

Key words: observation of deformations, processing and analysis of observations, cycles observations, concentrating factory «Raspadsky», modern technology, CREDO Calculation of deformations.

Использование современных программ и технологий позволяет упростить и автоматизировать процесс обработки результатов наблюдений, а, следовательно, уменьшить затраты времени на выполнение этих действий, в результате чего увеличивается эффективность и производительность труда.

Настоящая работа посвящена проведению автоматизированного анализа данных геодезического мониторинга главного корпуса обогатительной фабрики (ОФ) «Распадская», выполнявшегося во время строительства и эксплуатации в период 2004-2013 годы в программном комплексе CREDO. Целью мониторинга является оценка технического состояния рассматриваемого объекта для своевременного выявления дефектов, предупреждения и устранения негативных процессов. В рамках данной работы был создан интерактивный урок в формате mp4 и был представлен на IV Олимпиаде CREDO, которая проходила в Казанском (Приволжском) федеральном институте 5-6 февраля 2014 года.

В первых циклах наблюдений исходными реперами служили пункты строительной сетки. В июле 2005 года была выполнена закладка опорных реперов Po1, Po2, Po3, Po4 (впоследствии репер Po2 был уничтожен) [1].

«Сырые» данные, полученные с цифрового нивелира Trimble DiNi 12, были импортированы в программу CREDO Нивелир версии 2.1 для автоматизированной обработки и уравнивания. Обработки результатов нивелирования опорного полигона и осадочных марок выполнялись отдельно. Для корректных расчётов необходимо подготовить исходные данные – сформировать секции измерений в прямом и обратном направлении [2].

Предварительные вычисления отметок пунктов по превышениям и последующее уравнивание полученных значений выполнялись системой Нивелир 2.1 автоматически после выбора соответствующих команд. По результатам обработки на основе готовых шаблонов создавались ведомости. В них просматривалась полученная и допустимая невязки нивелирных ходов, на основании этого делался вывод, что полученные измерения в допуске.

После ввода в систему координат пунктов в графическом окне программы были созданы схемы нивелирных ходов, которые при желании можно экспортировать в формат dxf, доработать и отправить на печать.

Последующий анализ данных по многократным наблюдениям за осадками наблюдаемого объекта выполнялся в программе CREDO Расчет Деформаций версии 1.01.

В соответствие с датами наблюдений были созданы циклы. Из программы CREDO Нивелир 2.1 по циклам были импортированы уравненные координаты пунктов, СКО и схемы нивелирных ходов. Также был импортирован план здания главного корпуса ОФ «Распадская» в формате dxf, это позволило наглядней представить исследуемый объект.

Исследуемый объект был декомпозирован на отдельные части (блоки) по их пространственному положению. Один из блоков состоял из «первой очереди» объекта – здания фабрики, которое было построено изначально. В дальнейшем к зданию была пристроена «вторая очередь», которая позволила увеличить производственную мощность предприятия. Корневой блок включал в себя все элементы объекта.

Для оценки качества и надежности опорной сети в автоматизированном режиме выполнялся анализ устойчивости высотной сети контрольных пунктов по методу А. Костехеля, основанного на принципе неизменной отметки наибо-

лее устойчивого репера сети. Анализ выявил, что наиболее устойчивый пункт сети – репер Po1.

По результатам обработки были созданы графики и отчетные документы, содержащие информацию о текущем состоянии объекта и динамике осадочных процессов.

Созданные графики отображали изменение высотного положения одной марки или группы марок (по линии профиля) по результатам наблюдений в разных циклах. Для отдельных марок создавался график развития осадок во времени с возможностью прогнозирования на любую дату (рис. 1). На основании математического анализа система выявляла закономерность распространения осадок, вычисляла коэффициент достоверности и строила линию тренда, которая наиболее достоверно показывала развитие осадочных процессов для данной марки [3]. Естественно, чем была ближе дата окончания прогнозирования к последнему циклу наблюдений, тем точнее был полученный прогноз. Для построенной линии тренда под графиком развития осадок отображается значение достоверности аппроксимации R^2 . На графике отмечаются циклы, значения отметок в которых отличаются от аппроксимированных более чем 3σ .

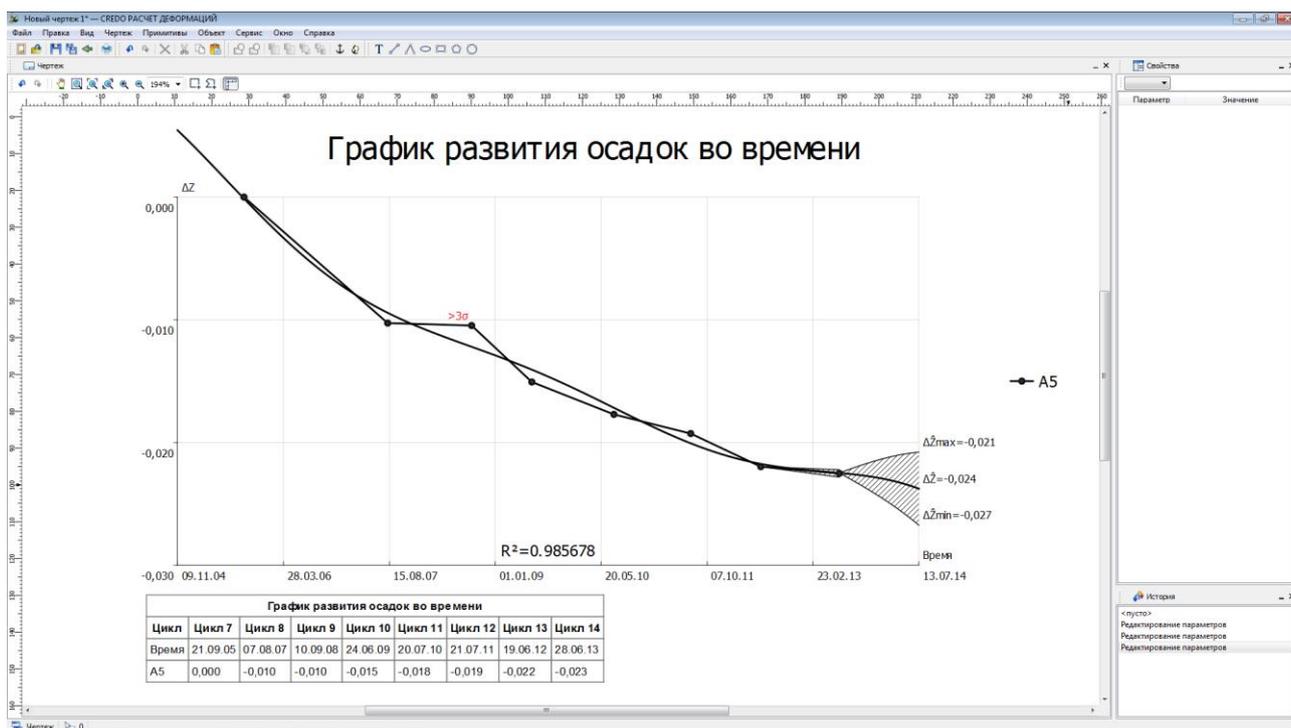


Рис. 1. График развития осадок во времени

Ведомости контрольных пунктов и осадочных марок в системе создавались на основе шаблонов, которые определяли внешнее оформление документов и состав данных. В данных документах были представлены координаты и высоты пунктов в текущем цикле и их разности между начальным и предыдущим циклами наблюдений.

Для визуального представления осадочных процессов была создана деформационная поверхность внутри здания по его контуру, т.е. поверхность, Z-координата которой в данной точке зависела от выбранного типа поверхности (смещение за период, скорость осадки) [4]. На созданной поверхности осадки отображались при помощи изолиний и градиентной заливки, что улучшило зрительное восприятие модели (рис. 2).

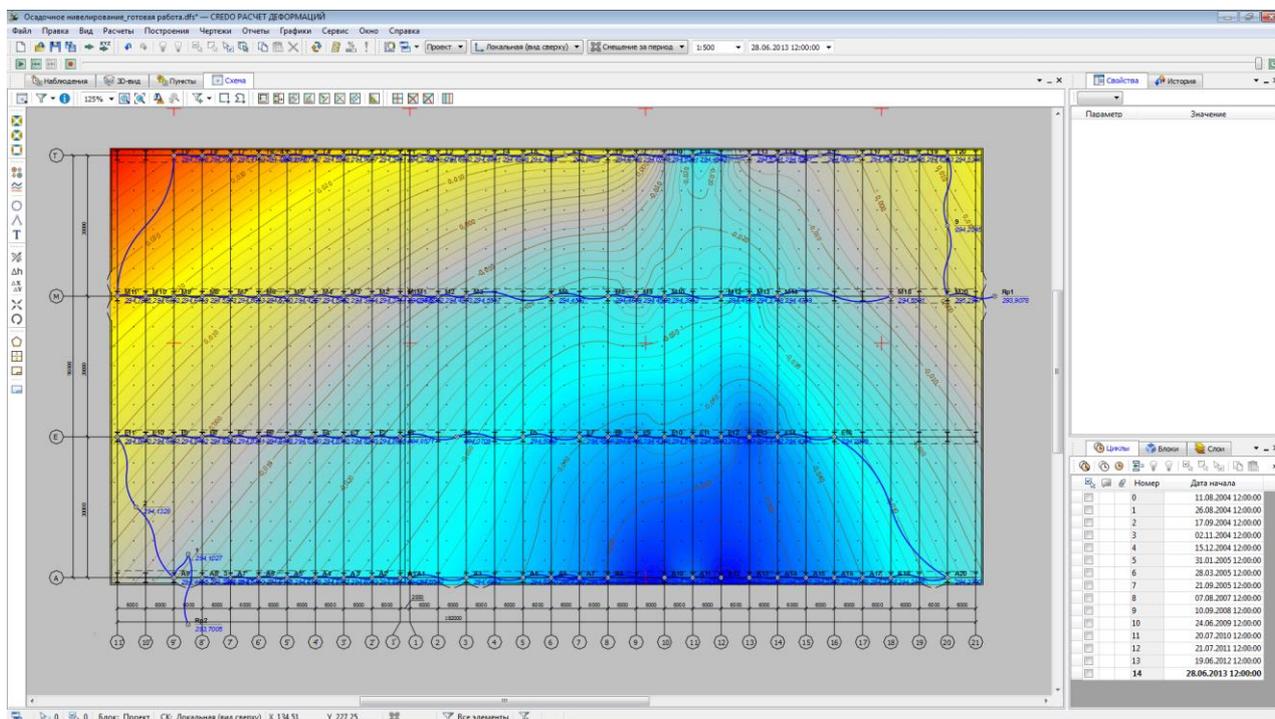


Рис. 2. Деформационная поверхность

Режим анимации позволил визуально оценить развитие осадок с течением времени на выбранный период. Для дальнейшего просмотра и анализа данная анимация была записана в видео файл.

На основе принципов трехмерного моделирования системой была построена 3D модель осадок (рис. 3). Это позволило представить более полную картину пространственного состояния наблюдаемого сооружения. Был выбран вертикальный масштаб в 500 раз превышающий горизонтальный, что позволило наглядней представить области неравномерных осадок всего здания. Для трехмерной модели также была просмотрена и записана анимация развития осадок во времени.

Главной особенностью программы является то, что она может представить деформационную поверхность на любую дату, как на момент заданного цикла, так и на произвольную. При этом моментально строится плоская и трехмерная поверхность с градиентной заливкой – это очень помогает при анализе данных многократных наблюдений за деформациями.

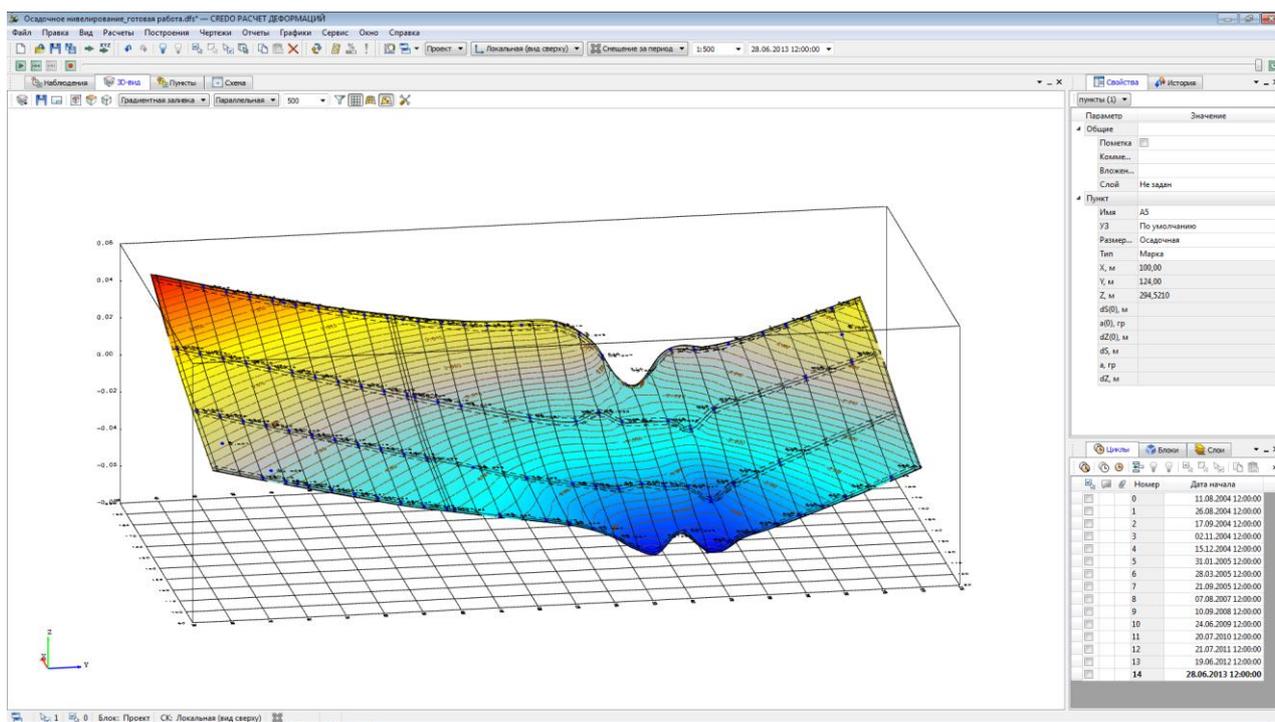


Рис. 3. 3D модель осадок

Использование современных программ и технологий позволило упростить и автоматизировать процесс обработки результатов наблюдений, что повышает надежность оценки и прогноза состояния рассматриваемого объекта в целях предупреждения, выявления и прекращения опасного развития его осадок.

Данная работа вышла в финал и заняла первое место в IV Олимпиаде CREDO в номинации «интерактивный обучающий урок», каждый желающий может посмотреть урок на сайте www.credo-dialogue.com и на диске CREDO_BУЗ, который рассылается в начале учебного года.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новоселов Б. А., Новоселов Д. Б. Геодезический контроль строительства и эксплуатации главного корпуса обогатительной фабрики «Распадская» // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 66–71.
2. НИВЕЛИР 2.1. Руководство пользователя // Компания «Кредо-Диалог», 2013. – 87 с.
3. Гуляев Ю. П. Прогнозирование деформации сооружений на основе результатов геодезических наблюдений: монография. – Новосибирск: СГГА, 2008. – 256 с.
4. CREDO РАСЧЕТ ДЕФОРМАЦИЙ 1.0. Руководство пользователя // Компания «Кредо-Диалог», 2013. – 91 с.

© Д. Б. Новоселов, Д. В. Самбурский, 2014

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

Александр Владимирович Комиссаров

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. (383)361-01-59, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

Людмила Константиновна Радченко

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры картографии и геоинформатики, тел. (383)361-06-35, e-mail: kaf.kartography@ssga.ru

Статья посвящена основным особенностям отображения результатов мониторинга объектов нефтегазового комплекса (НГК) на примере одного из магистрального трубопровода крупнейшей российской нефтяной компании. Результатом работ является геоинформационная модель технического состояния магистрального трубопровода на основе ежегодных результатов внутритрубной диагностики.

Ключевые слова: геоинформационная модель НГК, мониторинг технического состояния магистрального трубопровода.

GEOINFORMATION MODEL OF OIL AND GAS PIPE-LINE TECHNICAL STATE MONITORING

Alexandr V. Komissarov

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Associate Professor of the Department of Physical Geodesy and Remote Sensing, tel. (383)361-01-59, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

Lyudmila K. Radchenko

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., senior lecturer of the Department of Cartography and Geoinformatics, tel. (383)361-06-35, e-mail: kaf.kartography@ssga.ru

The article deals with the main features of displaying the results of oil and gas enterprise objects monitoring on the base of one of the main pipeline of the Russia's largest oil company. The result of the work is the main pipeline technical state geoinformation model based on the annual pigging results.

Key words: oil and gas enterprise geoinformation model, main pipe-line technical state monitoring.

Магистральные трубопроводы являются сложным техническим сооружением НГК, состоящим из многокилометровой трубопроводной нити, нефте- или газоперекачивающих станций, переходов через реки, дороги. Эксплуатиру-

вать и поддерживать трубопроводные системы в рабочем состоянии – важнейшая научная, техническая и экономическая задача.

Поддержание надёжности элементов оборудования на должном уровне возможно при проведении профилактических работ на основании результатов диагностики неразрушающего контроля и мониторинга диагностических показателей в течение всего периода эксплуатации оборудования. В настоящее время это возможно проводить с помощью методов геоинформационного картографирования, которое позволяет нам создавать различные геоинформационные модели.

Геоинформационным моделям коммуникаций нефтегазового комплекса (НГК) в период с 2004 г. по 2008 г. были посвящены статьи, в них рассказывалось о создании, содержании, использовании и применении этих моделей.

Данные модели применяются для решения ряда производственных задач с помощью прикладных программ, позволяют решать следующие геоинформационные задачи:

- автоматически измерять геометрические параметры: длину линейных коммуникаций и площадь промышленных площадок;
- оперативно запрашивать, редактировать нужную информацию на основе проведенного обновления местности;
- осуществлять планирование и строительство новых коммуникаций;
- проводить инвентаризацию и паспортизацию объектов нефтедобычи;
- осуществлять контроль за добычей, транспортировкой нефти и газа;
- определять степень убытков сельскохозяйственных земель при разработке месторождений;
- создавать ГИС нефтегазового комплекса;
- проводить мониторинг состояния коммуникаций и предотвращать аварийные ситуации, на этом пункте остановимся подробнее.

Мониторинг состояния — наблюдение за состоянием объекта для определения и предсказания момента перехода в предельное состояние. Результат мониторинга состояния объекта представляет собой совокупность диагнозов составляющих его субъектов, получаемых на неразрывно примыкающих друг к другу интервалах времени, в течение которых состояние объекта существенно не изменяется.

Основными проблемами при эксплуатации трубопроводов являются утечки, способные оказать серьезное негативное воздействие на окружающую среду и вызвать необходимость затрат средств и времени на их ремонт. Причиной утечек могут быть:

- деформации, вызванные землетрясениями, оползнями, коррозией, износом, а также незаконные врезки в трубопровод посторонними лицами;
- некачественные изделия (заводской брак), нарушение технологий при строительстве.

Контроль трубопроводов позволяет решить большое количество задач, связанных с обеспечением надежности, безопасности и минимизации экономических затрат на эксплуатацию и ремонт трубопроводов. Особенности тру-

бпроводов являются их большая протяженность, высокая стоимость и, зачастую, сложность доступа к ним. Для предотвращения аварийных ситуаций предлагается методика создания геоинформационной модели (ГИМ) мониторинга.

Для создания ГИМ мониторинга используются:

- ГИМ коммуникаций НГК;
- результаты внутритрубной диагностики;
- результаты геодезических работ.

К результатам внутритрубной диагностики относятся особенности трубопроводов (вмятины, потеря металла, трещины, стыки, сварные швы, фланцевые соединения, отводы, тройники, гофры и муфты) и маркерные пункты. Эти данные получают с помощью дефектоскопии. Дефектоскопия - метод предложенный С. Я. Соколовым в 1928 году и основанный на исследовании процесса распространения ультразвуковых и магнитных колебаний с частотой 0,5 — 25 МГц в контролируемых изделиях с помощью специального оборудования — ультразвукового дефектоскопа. Является одним из самых распространенных методов неразрушающего контроля.

Внутритрубная диагностика трубопроводов основана на использовании автономных приборов-дефектоскопов (поршней, pigs), движущихся внутри контролируемой трубы под напором перекачиваемого продукта (нефть, нефтепродукты, газ и т.п.). Снаряд снабжен аппаратурой (обычно ультразвуковой или магнитной) для НК трубы, записи и хранения в памяти данных контроля и вспомогательной служебной информации, а также источниками питания аппаратуры.

Измерительная часть прибора состоит из множества датчиков (сенсоров), расположенных так, чтобы зоны чувствительности датчиков охватывали весь периметр трубы. Это позволяет избежать пропуска дефектов трубы.

Датчики ультразвукового прибора излучают ультразвук в тело трубы и принимают отраженные дефектами сигналы. В магнитном приборе ферромагнитный материал трубы намагничивается постоянными магнитами до состояния близкого к техническому насыщению, а потоки рассеяния, вызванные дефектами, регистрируются магниточувствительными датчиками (например, датчиками Холла).

Магнитный прибор-дефектоскоп состоит из трех секций, соединенных между собой шарнирно для прохождения изгибов трубопровода. Постоянные магниты, размещенные на двух кольцах средней секции, создают в трубе продольный магнитный поток между двумя кольцами стальных проволочных щеток, скользящих по внутренней поверхности трубы. Кольцо с подпружиненными держателями блоков датчиков расположено между кольцами щеток, обеспечивая скольжение датчиков по поверхности трубы. Полиуретановые манжеты служат для создания перепада давления перед и позади прибора, чем обеспечивается его движение в трубе.

Снаряд вводится в контролируемый трубопровод через камеру пуска-приемки систем очистки и диагностики (СОД), проходит по трубе сотни кило-

метров, накапливая информацию о ее состоянии в бортовой памяти, а затем извлекается через аналогичную камеру. После выгрузки снаряда информация считывается на внешний терминал, а затем поступает на сервер базы данных, расшифровывается, обрабатывается программой обработки данных, анализируется оператором и представляется в виде отчета.

Программное обеспечение позволяет автоматически выделить области аномалий трубы, идентифицировать до 15 классов аномалий, (трещины, коррозионные поражения и т.д.), определить местоположение и размеры дефектов.

Данные дефектоскопии трансформируются в специальной программе из собственной системы координат в геодезическую. Далее данные дефектоскопии в программе MapInfo накладываются на ГИМ коммуникаций, в программе AutoCAD строятся профили трубопроводов для анализа аналогичных предыдущих данных.

С учетом погрешностей профилимера строится график маркерных пунктов (отметок дневной поверхности трубопровода) и анализируется с другими годами.

Готовые материалы передаются в компанию – диагноста для составления:

1) отчета по классификации внутритрубных дефектов по степени опасности:

- подлежащие первоочередному ремонту и устранению;
- рассматриваемые в динамике.

2) отчета по устранению изменений планово-высотного состояния трубопровода по степени опасности:

- на особо-опасные участки с рекомендациями по устранению;
- на опасные с уменьшением срока мониторинга для маркшейдерской службы эксплуатационной организации.

По результатам диагностики делают заключение о промышленной безопасности трубопровода. Кроме этого данные диагностики в сопровождении с ГНСС (глобальные навигационно-спутниковые системы) измерениями используют для мониторинга положения трубопровода в пространстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Радченко Л. К. Цели и задачи картографирования коммуникаций // Сб. научных трудов аспирантов и молодых ученых СГГА. Выпуск 3 / Под общ. ред. Т. А. Широковой; СГГА. – Новосибирск, 2006. – С. 51–52.

2. Радченко Л. К. Разработка структурной модели нефтегазодобывающего комплекса для целей картографирования // ГЕО-Сибирь-2006. Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 24–28 апреля 2006 г.). – Новосибирск: СГГА, 2006. Т. 1, ч. 2. – С. 258–259.

3. Радченко Л. К., Топчилов М. А. К вопросу о классификации карт коммуникаций // Междунар. пром. форум GEOFORM+ : конф. «Геопространственные технологии и сферы их применения» 14–17 марта 2005 г., Москва. – М., 2005.

4. Радченко Л. К. Технология создания цифровых карт и планов коммуникаций // ГЕО-Сибирь-2006. Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 24–28 апреля 2006 г.). – Новосибирск: СГГА, 2006. Т. 1, ч. 2. – С. 214–218.

5. Радченко Л. К. Создание карт-схем коридоров наземных и подземных коммуникаций масштаба 1:5000 на примере нефтегазоносных месторождений Ямала // Региональная науч-

но-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 85-летию Роскартографии и 30-летию кафедры инж. геодезии и картографии ИрГТУ «Геодезия, картография, кадастр земель Прибайкалья» 12–13 марта 2004 г., Иркутск. – Иркутск, 2004.

6. Радченко Л. К. Создание цифровых моделей карт местности и инженерных коммуникаций масштаба 1:5000 на территорию месторождений нефти и газа ОАО «Сибнефть-ННГ» // Современные проблемы геодезии и оптики: сб. науч. ст. по материалам LIV научно-тех. конф., посвящ. 225-летию геодез. образования в России, 19–23 апр. 2004 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2005. – С. 103–106.

7. Середович В. А., Блинов А. С., Радченко Л. К. Отображение пространственной модели подземных коммуникаций на плоскости // Междунар. промышл. форум GEOFORM+ Конф. «Геопространственные технологии и сферы их применения» 14–17 марта 2005 г., Москва. – М., 2005.

8. Радченко Л. К., Топчилов М. А. Особенности геоинформационного картографирования нефтегазовых комплексов // ГЕО-Сибирь-2005. Науч. конгр. : сб. материалов в 7 т. (Новосибирск, 25–29 апреля 2005 г.). – Новосибирск: СГГА, 2005. Т. 4. – С. 104–107.

9. Радченко Л. К. Картографическое обеспечение нефтегазовых комплексов // ГЕО-Сибирь-2007. III Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 25–27 апреля 2007 г.). – Новосибирск: СГГА, 2007. Т. 1, ч. 2. – С. 156–159.

10. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>

© А. В. Комиссаров, Л. К. Радченко, 2014

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОТОБРАЖЕНИЯ РЕЛЬЕФА СВЕТОТЕНЬЮ НА КАРТАХ В ADOBE PHOTOSHOP

Юрий Васильевич Гаврилов

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры картографии и геоинформатики, тел. (383)361-06-35, e-mail: kaf.kartography@ssga.ru

Татьяна Евгеньевна Елишина

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры картографии и геоинформатики, тел. (383)361-06-35, e-mail: kaf.kartography@ssga.ru

В статье рассмотрены вопросы теневого отображения рельефа на картах и даны рекомендации по совершенствованию его в программе Adobe Photoshop.

Ключевые слова: топографические карты, изображение рельефа, теневое отображение рельефа.

IMPROVEMENT OF UP-TO-DATE TECHNIQUES OF SHADOW RELIEF PLOTTING ON ADOBE PHOTOSHOP MAPS

Yury V. Gavrilov

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Associate Professor of the Department of Cartography and Geoinformatics, tel. 8(383)361-06-35, e-mail: kaf.kartography@ssga.ru

Tatiana Ye. Yelshina

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Associate Professor of the Department of Cartography and Geoinformatics, tel. 8(383)361-06-35, e-mail: kaf.kartography@ssga.ru

The article reveals the problem of shadow relief plotting on maps and gives some recommendations on its improvement using the Adobe Photoshop program. The light and shadow relief plotting is currently important.

Key words: ground representation, shadow ground plotting, topographic maps.

Названные ранее рекомендации отображения рельефа на топографических картах масштаба 1:500 000, включали учет требования наглядности, удобочитаемости, быстрой оценки местности и ориентирования на ней [1]. Нами были вскрыты, на наш взгляд, недостатки в Руководстве по картографическим и картоиздательским работам. Часть 2. Составление и подготовка к изданию топографических карт масштаба 1:200 000, 1:500 000 [2]. В них отмечается отображение рельефа горизонталями, окраской, светотенью (только в горных районах) и каждый из названных методов имеет соответственную оценку. Если горизонталями достигается метричность, подобие основных форм разных видов релье-

фа, то отсутствие наглядности и, следовательно, быстрая оценка местности затруднена. Светотень (пластическое) отображение рельефа устраняет это и «борьба» метричности и наглядности завершается с учетом значимости и назначения топографической карты. Рельеф в отличие от других элементов топографических карт трехмерен, а на карте с двумя измерениями, важно передать третье измерение – высоту. И в этом случае разработанная теория и техника применения светотени (отмывки, тушевки) весьма актуальна.

Ранее проведенные работы по совершенствованию методики и техники светотеневого оформления рельефа на разных видах карт, выявили недостатки, о которых уже было сказано.

Изучение карт показывает, что применение светотени должно быть не только на топографических картах, согласно Руководства [2], но и на многих других видах карт широкого назначения, чего нельзя сказать об изданиях последних лет. На тех картах, где она и нанесена, оставляет желать лучшего. Грамотно показывая элементы светотени, можно достичь убедительного и наглядного отображения и в этом убеждают карты прошлых десятилетий. Вскрывая причины неудач, можно обнаружить слабую подготовку исполнителей светотени. И это не случайно. Переход от традиционной отмывки или тушевки к компьютерной программе AdobePhotoshop сложен и предусматривает от исполнителя грамотного чтения рельефа горизонталями. Далеко не каждый может визуальным образом представить формы рельефа и, следовательно, объективно наглядно и выразительно воссоздать иллюзию трехмерного изображения. Поэтому прежде чем обратиться к помощи компьютера, следует выполнить общий расклад теней на отдельной синей копии, оригинале в привычной и доступной форме – тушевкой и только далее убедившись в положительном результате приступить к компьютерной работе. В этом убеждают занятия со студентами. В методических указаниях «Техника и методика светотеневого отображения рельефа в программе AdobePhotoshop» издания СГГА[3], изложены основы теневого оформления рельефа, представлены образцы, но качество полиграфического исполнения плохое. Кратко остановимся на сложностях применения программы AdobePhotoshop, уделив внимание технологии изготовления оригинала отмывки рельефа. Первоначально сканируется карта, используемая в качестве основы для создания полутонового оригинала. Изображение желательно увеличить, используя инструмент *zoom* (лупа). Нежелательные объекты лучше убрать с помощью инструмента *clonestamp* (штамп). Процесс удаления нежелательных объектов заключается в клонировании пикселей с ближних участков и наращивании их на новые места. Для однородности изображения используют дополнительно инструменты *smudge* (размыватель) или *blur* (размытие), при помощи которого размывают изображение. В момент нажатия на кнопку мыши Photoshop захватывает пиксели находящиеся под кистью, и в процессе дальнейшего перетаскивания курсора тянет их за собой, постепенно оставляя часть пикселей на изображении. Контрастность изображения повышается при использовании инструмента *sharpen* (резкость). Осветление и затемнение изображения рельефа возможно выполнять применив инструменты *dobge* (совместим-

мость) и *burn* (затемнение). Изменить насыщенность цвета возможно применив инструмент *sponge* (губка). При редактировании изображения устанавливаются единицы измерения, миллиметры. По умолчанию программа устанавливает в разделе «разрешение» 72 dpi, которого достаточно для отображения на экране монитора. Однако для печати разрешение следует установить не менее 200dpi. Оригинал отмывки сохраняют в формате TIFF и далее импортируют для совмещения с общегеографической основой.

Использование компьютерного исполнения рельефа позволяет на порядок ускорить и значительно улучшить процесс свето-теневого оформления рельефа. [4]. Однако, нельзя требовать от исполнения быстрых и положительных результатов. Для грамотного и технологичного изображения рельефа с использованием компьютера требуется многоступенчатая теоретическая и практическая подготовка, умение «видеть», «читать» рельеф, а так же значительный опыт выполнения работ по технике светотеневой пластики комбинированно: как вручную, так и с использованием компьютера в программе Adobe Photoshop.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гаврилов Ю. В., Елшина Т. Е. Рекомендации по совершенствованию отображения рельефа на топографических картах масштаба 1:500 000 // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 2. – С. 61–63.

2. Руководство по картографическим и картоиздательским работам. Часть 2. Составление и подготовка к изданию топографических карт масштаба 1:200 000, 1:500 000. – М., 1980. – 167 с.

3. Гаврилов Ю. В., Горожанкина О. В. Картографический дизайн. Часть 1. Техника и методика светотеневого отображения рельефа в программе Adobe Photoshop. – Новосибирск: СГГА, 2006. – 25 с.

4. Касьянова Е. Л. Картографирование рельефа суши и морского дна на учебных физических картах: учеб.-метод. пособие. – Новосибирск: СГГА, 2013. – 54 с.

© Ю. В. Гаврилов, Т. Е. Елишина, 2014

СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТ ДЛЯ ПРАВООЩИТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Елена Леонидовна Касьянова

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры картографии и геоинформатики, тел. (383)361-06-35, e-mail: helenkass@mail.ru

В статье раскрывается необходимость создания электронных карт для правозащитных организаций со специальным, специфическим содержанием. Необходимо создать карты для правозащитников и людей, пользующихся услугами таких организаций.

Ключевые слова: тематические карты, интерактивная цифровая карта, ГИС, географическая основа, веб-сайт.

ELECTRONIC MAPS COMPILATION FOR LEGAL ADVOCACY ORGANISATIONS

Elena L. Kasyanova

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Prof. department of Cartography and GIS, tel. (383)361-06-35, e-mail: helenkass@mail.ru

The article focuses on the necessity of specific electronic maps compilation for legal advocacy organizations. It's necessary to compile maps for the human rights activists and those who make use of services of the organizations of this kind.

Key words: thematic map, GIS, interactive digital map, geographic base, web-site.

Государство и его органы в различной степени регулируют различные стороны жизни общества. В первую очередь, это относится к экономике, внутренней и внешней политике, а также к культурной жизни, науке, к социальному обеспечению, здравоохранению, образованию. Одной из самых важных задач государства и государственных органов (и это подчеркивает действующая Конституция РФ) является защита прав и свобод человека, обеспечение правопорядка и законности, охрана интересов организаций и предприятий, борьба с различными правонарушениями и преступностью. В той или иной мере данными проблемами занимаются все государственные, муниципальные органы, многие общественные организации. Однако существуют такие органы, которые призваны заниматься исключительно деятельностью в сфере охраны права. Эти, в основном только государственные органы, и называются правоохранительными. Они создаются и существуют для того, чтобы реализовывать основную задачу государства - охрану и защиту прав человека, законных интересов организаций и общества в целом[3]. Национальная система несудебных государственных институтов, призванных защищать права человека в Российской Федерации состоит из нескольких звеньев: Уполномоченный по правам человека в Российской Федерации и Уполномоченный по правам человека в субъекте Федерации; Прокуратура Российской Федерации; министерства и ведомства Российской Федерации;

Совет по содействию развитию институтов гражданского общества и правам человека при Президенте Российской Федерации и др.[1].

Основными направлениями деятельности Уполномоченного по правам человека в Российской Федерации являются:

- рассмотрение жалоб и обращений о нарушениях прав и свобод человека и гражданина, принятие мер по их восстановлению;
- анализ законодательства Российской Федерации в области прав человека и гражданина, подготовка рекомендаций по его совершенствованию и приведению в соответствие с общепризнанными принципами и нормами международного права;
- развитие международного сотрудничества в области прав человека;
- правовое просвещение по вопросам прав и свободы человека, форм и методов их защиты.

Правозащитные организации - это особый вид негосударственных неприбыльных организаций, деятельность которых направлена на утверждение и защиту прав и свобод человека, эффективный контроль за их соблюдением государством, его органами и должностными лицами. Правозащитные организации содействуют уменьшению организованного насилия, осуществляемого государством.

Для этого они работают одновременно в трех направлениях:

- защита прав человека в конкретных случаях (эта помощь должна быть бесплатной для заявителя), общественные расследования фактов нарушений прав человека государственными органами;
- распространение информации о правах человека, правовое воспитание;
- анализ положения с правами человека.

Исходя из задач, связанных с отображением тематического содержания карты для правозащитных организаций, была выбрана цифровая карта, отображаемая на основе картографического web-сервиса.

Очевидно, что интерактивные карты в Интернете являются чуть ли не единственным понятным и доступным связующим звеном между виртуальным содержанием сети Интернет и реальным миром его пользователей[4]. Для профессионально выполненного интерактивного картографического сервиса характерны такие важные для пользователя качества как наглядность, точность, гибкость перестройки содержания, простота и легкость организации запросов, изменяющаяся полнота и подробность, оперативность обновления документов.

При работе с интерактивным картографическим сервисом пользователь получает не статичную карту, «намертво» вмонтированную Web-мастером или редактором в HTML-страницу, а возможность создать собственную карту, которая будет отражать необходимое ему содержание. Причем, на такую карту всегда можно внести новую информацию и скорректировать старую. Другими словами, в интерактивном картографическом сервисе изначально заложено такое важное для любого интернет-ресурса свойство как индивидуальная настройка выходного документа на персональные требования пользователя.

Создаваемая карта Новосибирской области для правозащитных организаций – это цифровая интерактивная карта, отображаемая на основе картографического web-сервиса. Приступая к созданию карты, важно определиться с тем, что нужно получить в результате. Была проведена подготовительная работа, которая заключалась в определении типа сервиса, проекции карты, масштабного ряда, в проведении генерализации данных, анализе требуемых функций и используемого программного обеспечения.

Для создания карты были использованы следующие программные средства:

- настольная ГИС MapInfo Professional 8.5;
- картографический сервер GeoServer;
- JavaScript библиотека для отображения карт на веб-сайтах Leaflet;
- портативная web-серверная программная платформа OpenServer .

Карта для MapInfo взята из хранилища карт OpenStreetMap в виде shp-файлов, сконвертирована через утилиту “Универсальный транслятор” и генерализована до масштаба 1:2 500 000.

Проекция в MapInfo, в shp-файлах и в карте, генерируемой GeoServer -ом одна и та же - WGS 84 (EPSG:4326). Это один из вариантов географической проекции Меркатора (все координаты в градусах). Такой выбор можно обосновать тем что:

- исходные данные из OpenStreetMap в этой проекции;
- это более привычная проекция для GeoServer и Leaflet;
- Новосибирская область расположена в нескольких зонах проекции Гаусса-Крюгера поэтому, чтобы избежать пересчетов координат, была использована именно эта географическая проекция;
- поскольку эта проекция стандартная для GPS-навигаторов, то расставив точно по координатам созданные тематические объекты на карте, ее можно использовать для навигации.

Общегеографическая основа на карте представлена следующими элементами общегеографического содержания: гидрографией, населенными пунктами, автомобильными и железными дорогами, границами районов и области, растительностью и грунтами.

Элементы тематического содержания (рис. 1):



Рис. 1. Условные обозначения тематического содержания

После нанесения тематического содержания на географическую основу была получена карта, представленная на рис. 2.

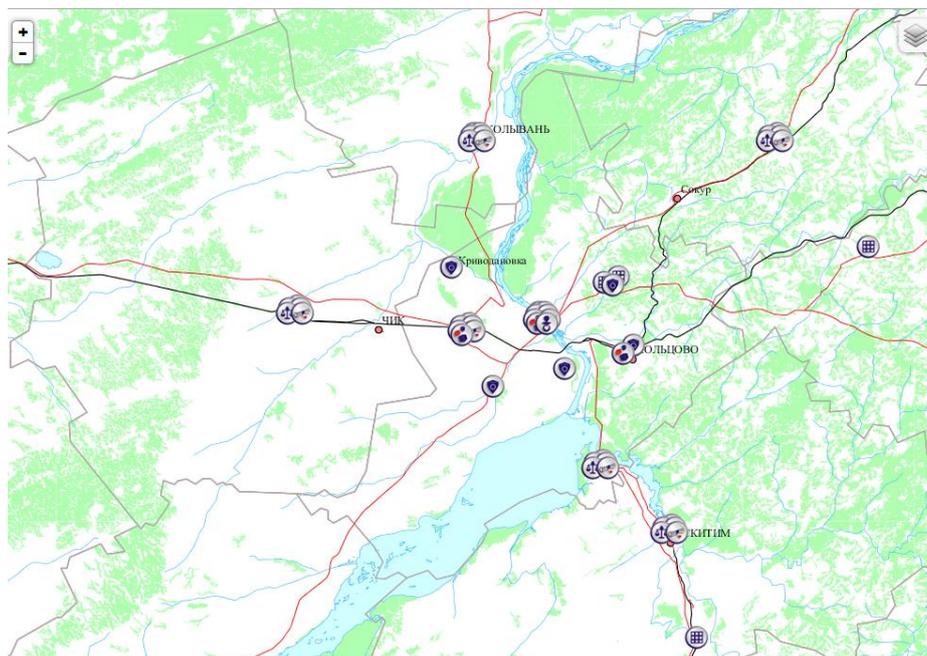


Рис. 2. Фрагмент карты для правозащитных организаций

Исходя из большого количества показателей необходимых для раскрытия тематики карты, следует поместить каждую группу условных знаков на отдельный слой [5]. В правом верхнем углу экрана размещен список объектов показываемых на карте (рис. 3). Пользователь может выбрать нужный ему элемент тематического содержания в зависимости от задач, решаемых по карте.

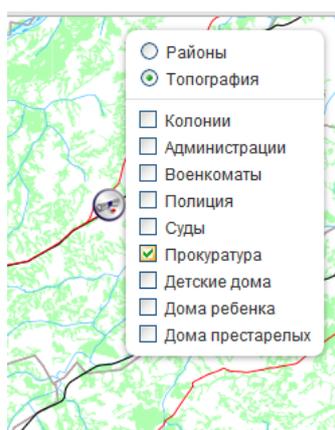


Рис. 3. Список объектов, показываемых на карте

Все значки содержат следующую справочную информацию по каждому элементу тематического содержания: название организации, адрес с почтовым индексом, телефон, факс, e-mail, сайт в интернете (рис. 4).

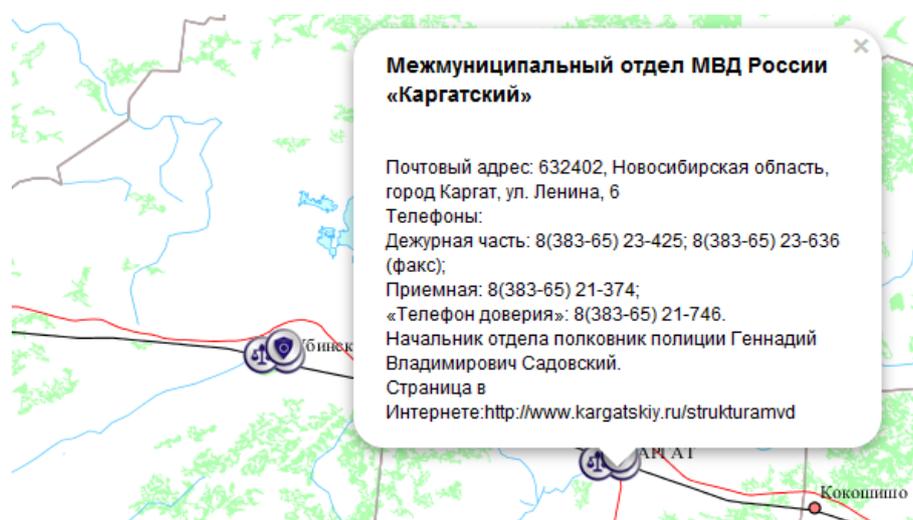


Рис. 4. Справочная информация по отделу МВД г. Каргата

Интерактивная цифровая карта Новосибирской области для правозащитных организаций предназначена для эксплуатации в локальной и глобальной (интернет) сетях [6]. Ее просмотр осуществляется с помощью любого современного браузера (с включенным JavaScript). Визуализацию и управление просмотром картографической информации у клиентов осуществляется с помощью JavaScript библиотеки Leaflet. Она позволяет встроить контейнер с картой в стандартную web-страницу. Поскольку цифровая карта базируется на web-страницах, то для ее работы требуется какой-либо современный web-сервер (IIS, Apache, nginx и другие).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Азаров А. Я. Система защиты прав и свобод человека: учеб. пособие. – М.: Московская школа прав человека, 2007. – 41 с.
2. Вишня Г. Веб-картография [Электронный ресурс] // статья «Сервисы. Сети и интернет» – М., 2008 – Режим доступа: <http://ko.com.ua> – Загл. с экрана.
3. Закон и правопорядок [Электронный ресурс] / отдел «Правовая защита». – Электрон. дан. – М., 2013. – Режим доступа: <http://zakon.rin.ru>. – Загл. с экрана.
4. Касьянова Е. Л. Интерактивные карты – современный метод представления информации // ГЕО-Сибирь-2008. IV Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 5 т. (Новосибирск, 22–24 апреля 2008 г.). – Новосибирск: СГГА, 2008. Т. 1, ч. 2. – С. 199-202.
5. Касьянова Е.Л., Кикин П.М. Принципы автоматизированного построения тематических слоев // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геопространство в социальном и экономическом дискурсе» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 2. – С. 105-109.
6. Применение современных технологий интерактивного взаимодействия для отображения исторических событий (на примере дисциплины «Отечественная история») / Д. В. Лицкий, Е. В. Комиссарова, В. А. Ракунов, А. А. Колесников, Т. С. Сизикова // Интеграция образовательного пространства с реальным сектором экономики. Ч. 4 // Сб. материалов Международной научно-методической конференции, 27 февраля – 2 марта 2012 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2012. – С. 48–52.

© Е. Л. Касьянова, 2014

ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕРАЛИЗАЦИИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ КАРТ

Дмитрий Витальевич Лисицкий

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор, директор НИИ стратегического развития СГГА, тел. (383)344-35-62, e-mail: dlis@ssga.ru

Петр Юрьевич Бугаков

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры прикладной информатики и информационных систем, тел. (383)343-18-53, e-mail: peter-bugakov@yandex.ru

Раскрыты основные особенности генерализации перспективных карт, выявлены факторы, осложняющие ее выполнение. Предложены некоторые методические решения выполнения генерализации перспективных карт.

Ключевые слова: генерализация, перспективная карта, мультимасштабность, локализация объектов.

FEATURES OF PROSPECTIVE MAPS GENERALIZATION

Dmitry V. Lisitsky

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Professor, CEO of the Institute of Strategic Development, tel. (383)344-35-62, e-mail: dlis@ssga.ru

Petr Yu. Bugakov

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., senior lecturer, department of Applied Informatics and Information Systems, tel. (383)343-18-53, e-mail: peter-bugakov@yandex.ru

Main features of prospective maps generalization are described and the factors that complicate its implementation are identified. Some methodological solutions of prospective maps generalization are offered.

Key words: generalization, prospective maps, multiscale, object localization.

Генерализация является одним из ключевых и важнейших процессов картографии. Для традиционных карт, составляемых в ортогональной проекции, теория и методы генерализации отработаны в достаточно полной мере. Однако для карт, создаваемых в перспективной проекции, вопросы генерализации проработаны еще недостаточно и требуют дополнительного рассмотрения.

Для понимания сущности генерализации перспективных карт рассмотрим особенности формирования у человека зрительного образа объектов реальной местности при ее непосредственном наблюдении и при восприятии местности с помощью перспективной карты.

В первом случае представим, что человек рассматривает объект реального мира, например, город с крыши небоскреба. При этом образ, воспринимаемый человеком, формируется под воздействием двух факторов: оптической среды и

зрительно-мозговых процессов восприятия. Влияние оптической среды обуславливается атмосферными характеристиками (дымка, туман, взвеси) и физическими законами распространения света (рассеяние, преломление). Влияние данного фактора заключается в потере или обобщении части информации об объектах в связи с ухудшением их визуального распознавания. Степень влияния данного фактора повышается с увеличением расстояния между наблюдателем и объектом. Так, вследствие некоторых природных особенностей происходит дистанционная генерализация [1] изображения объекта местности, фиксируемого сетчаткой глаза.

Зрительно-мозговые процессы также вносят свои коррективы в конечный образ, формируемый у человека. Особенности зрительного восприятия пространства подробно рассмотрены в работах [2,3,4]. Под влиянием этих двух факторов пространственная информация воспринимается человеком в искаженном виде. С увеличением расстояния человек перестает различать мелкие фрагменты объекта, контуры становятся нечеткими, в некоторой степени обобщенные. В связи с изменением степени ясности и отчетливости пространственной информации внимание человека концентрируется на больших, примечательных объектах.

Таким образом, можно считать, что при формировании у человека зрительного образа реальной местности происходит его естественная генерализация (рис. 1).

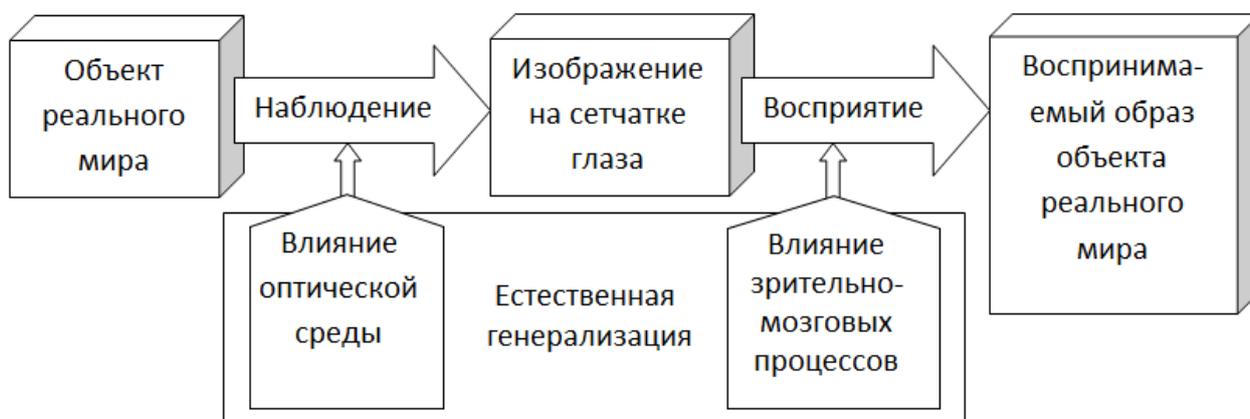


Рис. 1. Общая схема формирования зрительного образа реальной местности

Иначе происходит формирование зрительного образа реальной местности по перспективной карте. В этом случае человек получает пространственную информацию, рассматривая перспективную карту с небольшого расстояния. Поэтому влияние оптической среды здесь незначительно. Естественное влияние на воспринимаемый образ оказывают только зрительно-мозговые процессы. Однако, как и в традиционной картографии, процесс создания перспективной карты включает в себя генерализацию в соответствии с правилами картографии (рис. 2). Такая генерализация выполняется с участием человека, и поэтому является искусственной.

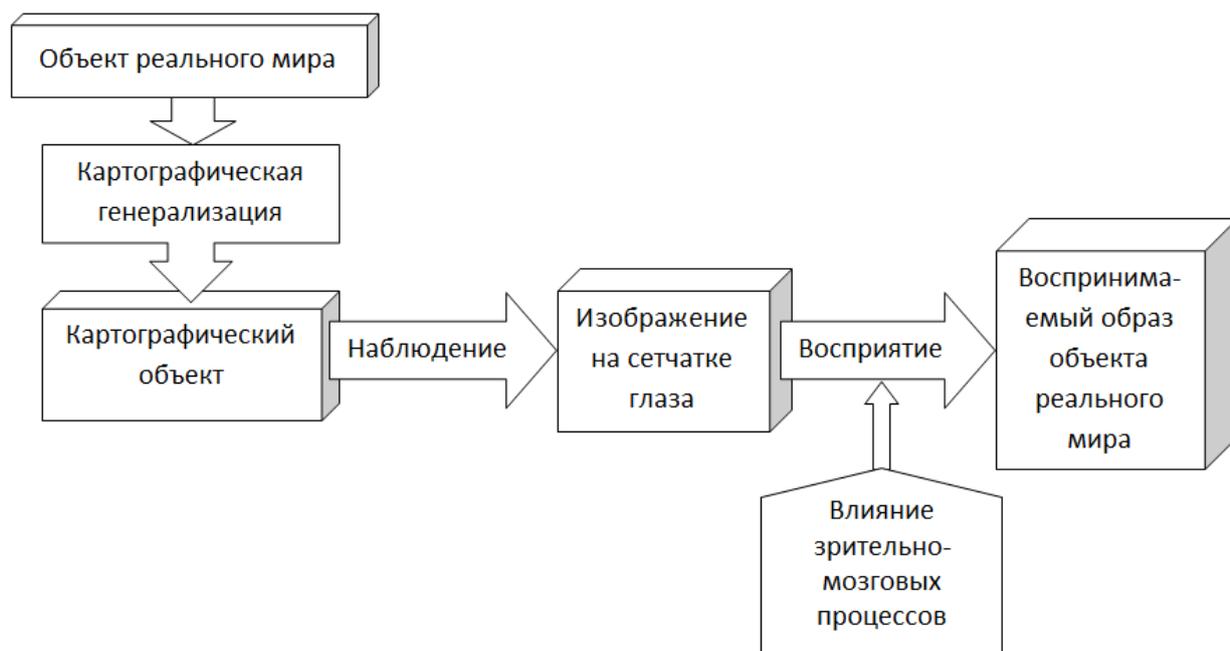


Рис. 2. Общая схема формирования зрительного образа объектов местности по перспективной карте

При создании перспективных карт генерализация выполняется на этапе формирования трехмерной цифровой картографической модели местности [5]. Генерализация позволяет выделить главное содержание карты, уменьшить ее информационную загруженность деталями и включает в себя [6,7]:

- пространственную локализацию объектов трехмерной модели местности;
- отбор объектов для перспективной визуализации;
- обобщение качественных и количественных характеристик трехмерных моделей (типизация);
- геометрическое и структурное обобщение трехмерных моделей (уменьшение детализации);
- утрирование или показ объектов с преувеличением;
- образно-знаковое моделирование.

Также значительное влияние на получаемую перспективную карту оказывает процесс визуализации: заранее подготовленная картографическая трехмерная модель местности проходит математическую обработку, которая обеспечивает проецирование виртуальных трехмерных объектов на плоскость. При визуализации трехмерных картографических моделей происходит искусственное моделирование некоторых природных процессов и явлений. Так современные программные средства визуализации используют сложные математические модели, описывающие распространение света с учетом влияния атмосферы и окружающих объектов, что обеспечивает построение фотореалистичных перспективных изображений. Таким образом, визуализация обеспечивает имитацию дистанционной генерализации в виртуальной среде.

Визуализация является одним из наиболее ресурсоемких процессов. Построение перспективной проекции с учетом всех особенностей картографической трехмерной модели местности и виртуальной окружающей среды требует значительных вычислительных ресурсов и временных затрат. При этом ресурсы затрачиваются на визуализацию всех объектов, включая те, которые окажутся визуально неразличимыми на итоговой перспективной карте.

Рассмотрев процесс формирования зрительного образа объектов местности, можно сделать вывод, что генерализация исходных трехмерных моделей позволяет выделить главные элементы местности, избежать информационной перегрузки перспективных карт, сокращает количество вычислительных операций при их визуализации, а также оказывает существенное влияние на восприятие человеком пространственной информации.

Задача генерализации перспективных карт осложняется их мультимасштабностью. Перспективная проекция по своей сути предполагает, что различные точки проецируемого пространства будут находиться на различном удалении от центра проекции. Исключение составляют точки, лежащие на поверхности мнимой сферы, центр которой расположен в точке наблюдения.

Некоторые аспекты генерализации перспективных карт уже рассматривались в работах [5,6,7,8,9], предлагались способы ее выполнения. Однако представленные решения являются приближенными, не учитывают всех особенностей перспективных карт и сводятся к выбору уровня детализации и качества текстур объектов карты для нескольких планов создаваемой перспективной карты (переднего, среднего, дальнего и т.п.).

Для более корректного решения задачи генерализации перспективных карт необходимо учитывать то, что разные линейные и полигональные элементы перспективной карты представлены в различных масштабах. Особый интерес с точки зрения генерализации представляют объекты вытянутой или сложной формы, особенно если они ориентированы вдоль линии наблюдения (то есть по направлению от наблюдателя). Например, дорога, проходящая вдоль линии наблюдения, может быть изображена детализированной трехмерной моделью на переднем плане, плоским площадным объектом на среднем плане и линейным условным знаком на дальнем плане перспективной карты. Для решения данной задачи требуется разработка ряда методических решений по выполнению генерализации трехмерных моделей при визуализации перспективных карт.

Первое методическое решение заключается в определении масштабов элементов перспективной карты для выполнения ее генерализации. Перспективная карта по своей природе является мультимасштабной и расчет масштаба в каждой ее точке (бесконечно малого отрезка прямой) может потребовать от компьютера значительной вычислительной мощности. Поэтому нами предлагается три варианта решения поставленной задачи:

1. определять единый масштаб для выполнения генерализации путем усреднения масштабов крайних объектов на переднем и заднем планах перспективной карты;

2. разделять трехмерную модель, лежащую в основе перспективной карты на зоны с условно одинаковым значением масштаба, образованных поверхностями сфер с центром в точке наблюдения (рис. 3);

3. высчитывать усредненный масштаб для каждого объекта перспективной карты.

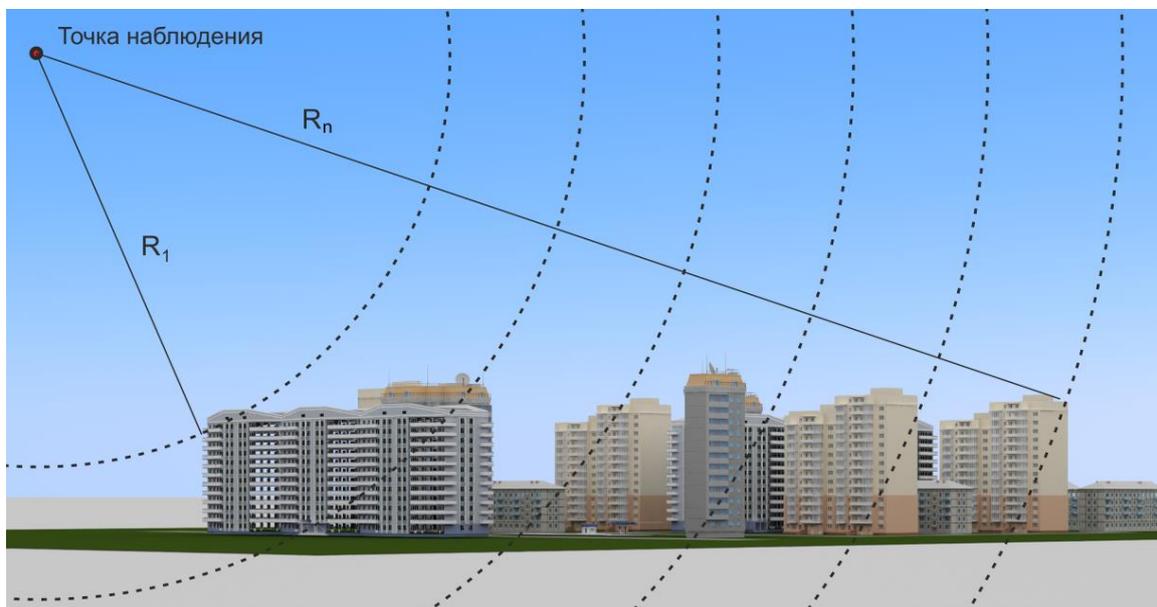


Рис. 3. Построение зон условно одинаковых масштабов

Второе методическое решение заключается в выполнении анализа объектов трехмерной цифровой картографической модели, лежащей в основе перспективной карты, с учетом размера, формы и нормативных показателей, соответствующих заданному масштабу, а также разделении всех объектов на группы в зависимости от их пространственной локализации. В работе [10] в трехмерном картографировании выделяется четыре типа пространственной локализации объектов: нульмерные (или точки); одномерные (или линии); двумерные (или поверхности); трехмерные (или тела). Отнесение объекта к тому или иному типу локализации обусловлено соотношением между реальными и нормативными значениями геометрических параметров объектов [10]. При этом могут использоваться такие геометрические параметры, как объем, площадь горизонтальной и вертикальной проекции, длина (или протяженность) объекта (табл. 1). Нормативные значения выбранных параметров устанавливаются в зависимости от масштаба объекта (или его структурной части), а также от его значимости.

Для определения пространственной локализации объекта нами предлагается строить его ортогональные проекции в трех плоскостях, образованных осями трехмерной системы координат: горизонтальной (ХОУ) и двумя вертикальными (ХОZ, YOZ).

Связь параметров объекта и его пространственной локализации

Виды локализаций	Параметры объекта	Объем	Площадь проекций	Длина
Нульмерные (точки)		-	-	-
Одномерные (линейные объекты)		-	-	+
Двухмерные (площадные объекты)		-	+	+
Трехмерные (тела)		+	+	+

Для определения пространственной локализации объекта нами предлагается строить его ортогональные проекции в трех плоскостях, образованных осями трехмерной системы координат: горизонтальной (ХОУ) и двумя вертикальными (ХОZ, YOZ). При построении проекций в двух вертикальных плоскостях, расположенных перпендикулярно друг к другу, появляется возможность определять не только локализацию объектов, но и оценивать их геометрическую сложность и положение относительно горизонтальной плоскости. Следует также учесть, что в некоторых случаях по вертикальной и горизонтальной проекции невозможно правильно определить пространственную локализацию объекта. Например, наклонный навес, выполненный из листового металла, на горизонтальной и вертикальных проекции может иметь вид площадного объекта, что характерно для трехмерной локализации. В этом случае локализация уточняется по значению объема объекта. Если реальный объем объекта больше нормативного значения для данного масштаба, то он считается телом, иначе поверхностью.

Рассмотрим критерии пространственной локализации объектов на основе соотношения реальных значений объема, площади горизонтальной и вертикальных проекций, длины объекта и их нормативных значений. Введем следующие обозначения:

V – объем объекта;

$S_{хоу}$ – площадь горизонтальной проекции;

$S_{хоz}, S_{yoz}$ – площадь проекций в вертикальных плоскостях ХОZ и YOZ;

$D_{хоу}$ – длина горизонтальной проекции;

$D_{хоz}, D_{yoz}$ – длина проекций в вертикальных плоскостях ХОZ и YOZ;

V_n – нормативное значение объема объекта;

$(S_{хоу})_n$ – нормативное значение площади горизонтальной проекции;

$(S_{хоz})_n, (S_{yoz})_n$ – нормативное значение площади вертикальных проекций;

$(D_{хоу})_n$ – нормативное значение длины горизонтальной проекции;

$(D_{хоz})_n, (D_{yoz})_n$ – нормативное значение длины вертикальных проекций.

Таким образом, определение пространственной локализации объектов трехмерной цифровой картографической модели можно быть выполнено по предлагаемой нами блок-схеме (рис. 4).

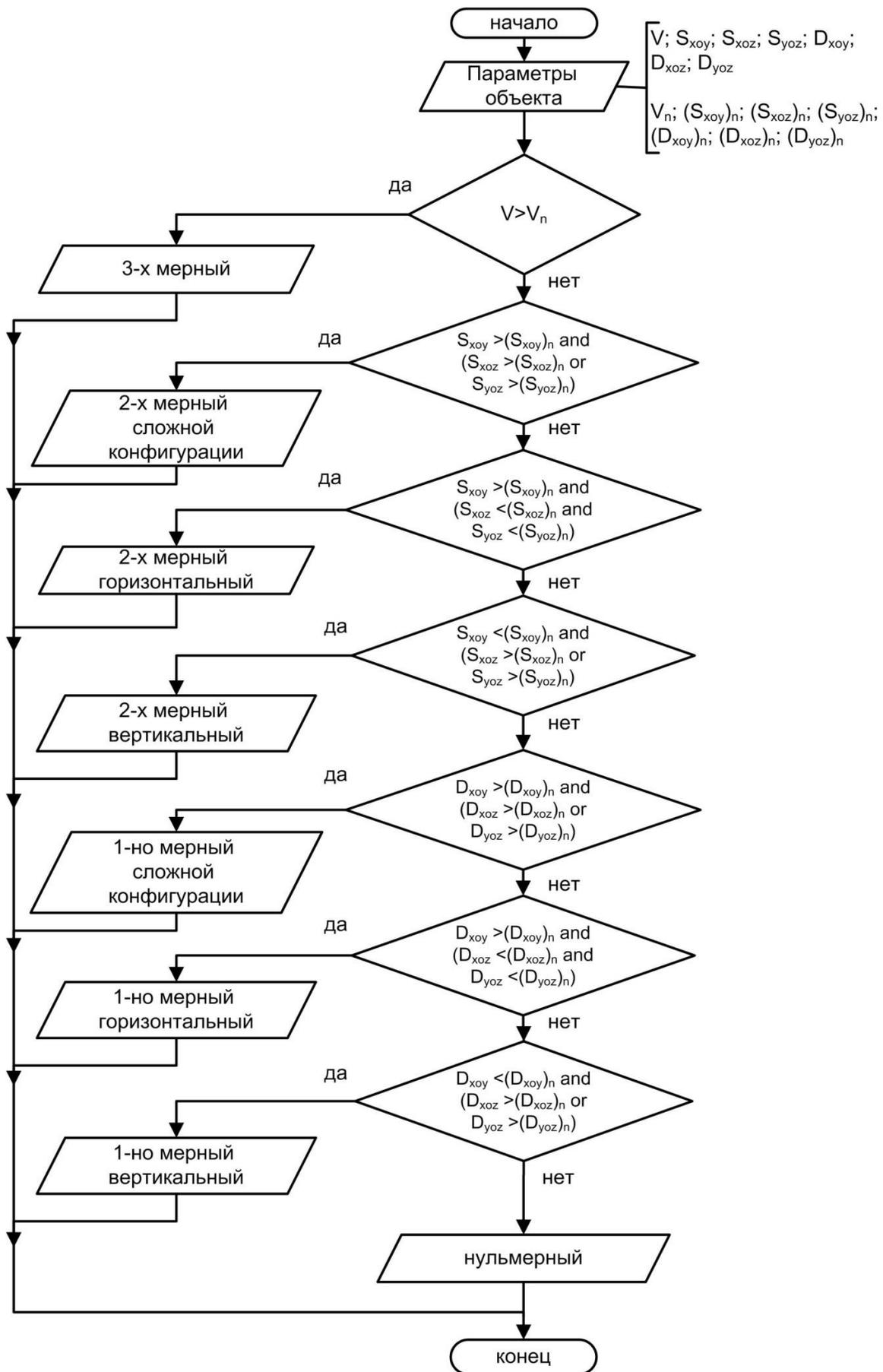


Рис. 4. Блок-схема определения пространственной локализации объектов

В заключение можно отметить, что предложенные методические решения охватывают лишь некоторые этапы генерализации трехмерных цифровых картографических моделей местности, используемых для создания перспективных карт. Дальнейшая научная деятельность в этом направлении предполагает разработку ряда научно-методических подходов и решений в области:

- отбора объектов для перспективной визуализации по степени их значимости;
- обобщения качественных и количественных характеристик трехмерных моделей (типизация);
- геометрического и структурного обобщения трехмерных моделей (уменьшение детализации);
- утрирования объектов;
- образно-знакового моделирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Раушенбах Б. В. Системы перспективы в изобразительном искусстве. Общая теория перспективы. – М.: Наука, 1986. – 256 с.
2. Зенкин, Г. М., Петров А. П. О механизмах константности зрительного восприятия пространства // Сенсорные системы. Механизмы зрения. – Л.: Наука, 1979. – С. 25–39.
3. Евтеев В. И., Зметный А. Я., Новиков И. В. Построение перспективного рисунка. – Л.: Учпедгиз, 1963. – 199 с.
4. Геоинформатика. Толковый словарь терминов / Под ред. А. М. Берлянта, А. В. Кошкарева. – М.: ГИС-Ассоциация, 1999. – 204 с.
5. Бугаков П. Ю. Общая схема технологии создания перспективных электронных карт // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 2. – С. 141–131.
6. Лисицкий Д. В., Хорошилов В. С., Бугаков П. Ю. Картографическое отображение трехмерных моделей местности // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 98–102.
7. Бугаков П. Ю. Принципы картографического отображения трехмерных моделей местности // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 3. – С. 156–161.
8. Pasewaldt S., Trapp M., Döllner J. (2011) Multiscale Visualization of 3D Geovirtual Environments Using View-Dependent Multi-Perspective Views. Journal of WSCG, vol. 19, no. 3, pp. 111-118.
9. Patent 2008/0198158 A1 United States, G06T 15/20. 3D map display method and display program / M. Vesely, N. Clemens; Hitachi, Ltd. - №005310; Filed Dec. 27, 2007; Pub. Date Aug. 21, 2008.
10. Лисицкий Д. В., Ань Тай Нгуен. Пространственная локализация и правила цифрового описания объектов в трехмерном картографировании // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 190–193.

© Д. В. Лисицкий, П. Ю. Бугаков, 2014

О СОЗДАНИИ ОТКРЫТОГО ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ПОРТАЛА ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНТСТВА ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Зоя Вячеславовна Левитская

Московский государственный университет геодезии и картографии, 105064, Россия, г. Москва, Гороховский пер., 4, аспирант, тел. (965)325-61-99, e-mail: zoyalevitskaya@gmail.com

Геоинформационные технологии широко используются как во всем мире, так и в Российской Федерации для управления различными видами деятельности и оперативного принятия управленческих решений. Интернет делает доступным инструментарий ГИС в любом месте и в любое время.

Ключевые слова: геоинформационные системы, геоинформационный портал, лесное хозяйство.

ABOUT CREATING OPEN GEOINFORMATION PORTAL OF FEDERAL FORESTRY AGENCY

Zoya V. Levitskaya

Moscow State University of Geodesy and Cartography, 105064, Russia, Moscow, Gorokhovskiy pereulok, 4, P.G., tel. (965)325-61-99, e-mail: zoyalevitskaya@gmail.com.

GIS technologies are widely used throughout the world and in the Russian Federation to manage the different activities and operational management decisions. «Internet» makes available GIS tools anywhere and anytime.

Key words: geographic information systems, gis, geoinformation portal, forestry.

Федеральное агентство лесного хозяйства (далее ФАЛХ) является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции:

- по контролю и надзору в области лесных отношений (за исключением лесов, расположенных на особо охраняемых природных территориях);
- по оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в области лесных отношений [1].

Геоинформатика – область науки, техники и технологии, изучающая структуру, общие свойства и закономерности геоданных, а также методы и процессы проектирования, создания, эксплуатации и использования пространственных информационных систем [2], а геоинформационная система (ГИС) – базовая составляющая геоинформатики. В данной статье под ГИС будем понимать программные продукты ГИС, которые реализуют такие функциональные возможности, как: сбор, обработка, отображение, распространение, интеграция пространственных данных для целей анализа, моделирования, инвентаризации, прогнозирования и управления, в данном случае, лесными ресурсами. Причем, важно подчеркнуть, что ГИС способны хранить и обрабатывать пространственные, или географические, данные, что и отличает их от других информационных систем [3].

На сайте Федерального агентства лесного хозяйства лес понимается как совокупность лесных древесных и иных растений, почвы, животных, микроорганизмов и других природных компонентов, имеющие внутренние взаимосвязи и связи с внешней средой. С точки зрения ГИС лес является пространственным объектом, закрепленным на местности координатами и обладающим множеством атрибутивных характеристик. Причем, все эти характеристики, как и сами объекты, хранятся разрозненно в территориально распределенных информационных системах, в различных форматах хранения без единой структуры. Все это связано с использованием огромного количества различных ГИС.

Геоинформационные технологии во всем мире широко используются для управления различными видами деятельности, в т.ч. и лесной. В Российской Федерации использование геоинформационных технологий обусловлено необходимостью оперативного обнаружения и принятия управленческих решений в пожароопасный период, своевременного выявления незаконных мероприятий по вырубке леса и определения территорий, пораженных различными типами вредителей, и многими другими факторами.

Геоинформационные технологии позволяют проводить контроль и инвентаризацию лесов с использованием данных дистанционного зондирования, а также оценку эффективности лесоохранных, лесовосстановительных и других мероприятий, создавать картографические, аналитические и отчетные материалы.

Наличие огромного числа ГИС (проприетарное ПО, например, продукты компаний Esri, PitneyBowesBusinessInsight, AutodeskInc, КБ «Панорама», а также открытое ПО: GeographicResourcesAnalysisSupportSystem (GRASS), QuantumGIS (QGIS), User-friendlyDesktopInternetGIS (uDig), MapWindow GIS и некоторые другие), используемых в различных структурных подразделениях и подведомственных организациях Федерального агентства лесного хозяйства, не позволяет создавать еще одну ГИС и надеяться на то, что она сможет быть единой на всей территории РФ. Это может вызвать множество проблем:

- материальные затраты. затрачено много материальных средств различными структурными подразделениями и подведомственными организациями на покупку программного обеспечения и попытка внедрения еще одной «новой» единой геоинформационной системы экономически нецелесообразна;

- временные затраты. время необходимое на разработку новой гис достаточно велико и рассчитывать на скорое ее внедрение нельзя. причем проблема может возникнуть как при разработке, так и при обучении персонала всех структурных подразделениях и подведомственных организаций федерального агентства лесного хозяйства работе с новым программным обеспечением;

- трудозатраты. трудовые затраты на создание нового программного обеспечения также неоправданны. дело в том, что для разработки нового специализированного лесного гис по необходимо привлечь огромное количество профессионалов из различных отраслей – это и гис, и лесное хозяйство, и программирование и некоторые другие.

При всех этих недостатках, есть еще один: на местах для создателей и обработчиков данных о лесе и лесных объектах есть либо все необходимые инструменты, либо возможность приобрести существующие инструменты, и, следовательно, для них нет необходимости создавать что-то новое. Тем более что новая система лесной отрасли необходима для оперативного принятия управленческих решений, повышения качества лесного планирования и проектирования, а также для предоставления населению информации о лесных ресурсах РФ.

При этом необходимо обратить внимание на несколько важных моментов:

- пользователи не могут быть постоянно привязаны к настольному ГИС приложению, причем любая настольная ГИС требует навыков работы;

- мобильные ГИС решения не могут дать тот функционал, который может быть необходим пользователю, т.к. мобильные ГИС больше нацелены на создание и первичную обработку данных, а необходимо решать по большей части аналитические задачи;

- не всегда возможен оперативный обмен актуальными данными посредством передачи их в единое хранилище.

Т.о., самое оптимальное решение, по мнению автора, создание веб-приложения (геоинформационного портала), которое нацелено на отображение данных абсолютно всех учреждений лесной отрасли, а также может предоставить достаточно узкий, но специализированный набор функций идентификации, поиска, анализа и обработки данных. При этом автор уже делал выводы о необходимости создания такого портала в РФ в ходе выступления на XII международная конференция молодых учёных «Леса Евразии – Белорусское Поозерье», проходившей в период с 30 сентября по 6 октября 2012 года. Но в данном случае, необходимость создания портала рассматривается не как следование моде или тенденциям информатизации, а необходимостью существенного изменения процесса принятия управленческих решений и предоставления информации о лесах гражданам.

Также, в случае, создания такого геоинформационного портала будет полностью решена проблема использования большого количества различных ГИС в отрасли, т.к. актуальным будет только вопрос использования стандартов, как при подготовке пространственных данных, так и при обмене данными и предоставлении открытого доступа (условно) к той или иной информации. Для добавления данных в геоинформационный портал можно использовать, например:

- сервис WebMapService (WMS), который предоставляет пространственно-привязанные картографические изображения, а также может содержать StyledLayerDescriptor (SLD) для определения изображения слоя. WMS - широко поддерживаемый формат для карт и данных ГИС, получаемых через Интернет и загружаемых в ГИС-программы на стороне клиента [4];

- сервис WebMapTileService (WMTS) предоставляет предварительно созданные картографические изображения с пространственной привязкой. Сервис

WMTS также может содержать один или несколько стилей, размерностей или схем разбивки на листы, чтобы определить способ отображения слоя;

– сервис WebCoverageService (WCS) предоставляет растровые данные и значения ячеек, например, значения высоты из цифровой модели рельефа (DEM) или значения пикселей из многоканального изображения.

Среди крупных коммерческих ГИС и картографического ПО, поддерживающих эти и другие сервисы есть такие, как AutodeskMap 3D и Civil 3D, BentleySystemsGIS, ESRIArcGIS, MapInfoProfessional, GeoMedia, GlobalMapper, GoogleEarth и другие. Среди ПО с открытым кодом, поддерживающего сервисы WMS: QuantumGIS, uDig, OpenJUMP, MapGuideOpenSource, NASAWorldWind, GRASSGIS и gvSIG.

Учитывая все вышеизложенное можно сделать вывод о необходимости создания геоинформационного портала лесной отрасли для обеспечения эффективного сбора, обработки, хранения, использования пространственной информации и доступа к ней заинтересованных пользователей для соблюдения лесного законодательства, рационального природопользования, охраны, защиты и воспроизводства лесов. Причем портал должен быть реализован на современных веб-технологиях с предоставлением пользователям необходимого специализированного функционала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Деятельность Федерального агентства лесного хозяйства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rosleshoz.gov.ru/activity>
2. Журкин И. Г., Шайтура С. В. Геоинформационные системы. – М.: КУДИЦ-ПРЕСС, 2009. – 272 с.
3. Основы геоинформатики. В 2 т. Т. 1 / Е. Г. Капралов, А. В. Кошкарев, В. С. Тикунов, А. В. Заварзин, И. К. Лурье, И. А. Рылский, А. М. Трофимов, М. Э. Флейс, В. Б. Яровых; Под ред. проф. В.С. Тикунова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 352 с.
4. WebMapService [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Web_Map_Service

© З. В. Левитская, 2014

УДК 528.926:004

СОЗДАНИЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ КАРТ МЕТОДАМИ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

Юрий Васильевич Гаврилов

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры картографии и геоинформатики, тел. 8 (383)361-06-35, e-mail: kaf.kartography@ssga.ru

Марина Анатольевна Нольфина

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры картографии и геоинформатики, тел. (383)361-06-35, e-mail: nolfina2009@yandex.ru

Анализируются методы геоинформационного картографирования для создания аналитических карт на примере сельскохозяйственного картографирования. Рассмотрены аналитические карты как основа для составления серии карт по статистическим данным.

Ключевые слова: аналитические карты, методы геоинформационного картографирования, статистические данные.

DEVELOP AN ANALYTICAL MAP USING GEOINFORMATION MAPPING

Yuri V. Gavrilov

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, ul. Plakhotnogo 10, associate professor, Ph. D., Associate Professor, Department of Cartography and Geoinformatics, tel. (383)361-06-35, e-mail: kaf.kartography@ssga.ru

Marina A. Nolfina

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Novosibirsk, ul. Plakhotnogo 10, Postgraduate Department of Cartography and Geoinformatics, tel. (383)361-06-35, e-mail: nolfina2009@yandex.ru

Geoinformation mapping and analysis of methods to create analytical maps for example, agricultural mapping. An analytical maps as a basis for drawing up a series of maps on the statistics.

Key words: analytical maps, geoinformation mapping methods, statistical data.

Аналитические карты входят в группу классификаций тематических карт по приёмам исследования и отражают отдельные стороны или свойства явления[1].

Выбор картографического способа изображения зависит от:

- характера размещения объекта;
- цифрового представления объекта в БД;
- особенностей атрибутивного признака.

Рассмотрим методы геоинформационного картографирования для создания карт по атрибутивной информации в БД:

- метод уникальных отдельных значений;
- метод естественных интервалов;
- метод равных классов (или квантилей);
- метод равных интервалов;
- метод стандартных отклонений;
- метод плотности точек;
- метод масштабируемых символов [2].

Остановимся на методах, интересующих нас в области сельскохозяйственного картографирования.

Основными источниками для составления сельскохозяйственных карт являются: графические (общегеографическая основа) и цифровые (статистические данные).

Тематическая переменная – переменная, используемая в процедуре тематического выделения объектов слоя. Для каждого объекта принимает значение, равное значению соответствующей записи в определённом поле или значению, полученному вычислением значений полей из этой записи [3].

В методах естественных интервалов, равных интервалов, равных классов, стандартных отклонений, масштабируемых символов, плотности точек и отдельных значений используют одну тематическую переменную. При построении столбцовых графиков и круговых диаграмм используют несколько тематических переменных одновременно.

Метод уникальных отдельных значений позволяет тематически выделять точечные, линейные и площадные объекты по отдельным значениям из заданного поля таблицы и сопоставляет каждому значению свой цвет. Выделение производится по числовым или текстовым значениям.

Методы естественных интервалов, равных интервалов, равных классов и метод стандартных отклонений иногда называют методом диапазонов. В этом методе используется одна тематическая переменная числового типа. Интервал значений тематической переменной разбивается на диапазоны. Разбиение выполняется по-разному. Например, в ГИС MapInfo способы создания диапазонов следующие:

- «Равное количество записей» создает диапазоны с одинаковым числом записей;

- «Равный разброс значений» разбивает записи на диапазоны, исходя из разброса значений;

- «Естественные группы» создает диапазоны с помощью алгоритма, использующего среднее значение в каждом диапазоне, для того чтобы добиться равномерного распределения данных в пределах каждого из них;

- «Квантование» строит диапазоны, определяющие распределение тематической переменной по некоторому сегменту данных;

- «На основе дисперсии» разделяет два средних диапазона средним значением, размер диапазонов равен стандартному отклонению;

-«Вручную».

Этим методом составляют карты урожайности сельскохозяйственных культур, производства продуктов земледелия и животноводства в расчете на 100 га земли, плотности поголовья скота. В картографии метод соответствует способу картограммы.

Метод плотности точек позволяет отображать количество, локализацию, концентрацию, структуру. В картографии этот способ составления карт соответствует точечному. Точечный способ отображения доступен только для полигональных объектов. Его применяют, если объекты размещены по территории с различной плотностью. Этим способом составляют, например, карты размещения поголовья скота.

Точечный способ и способ картограммы дополняют друг друга, отображают явление с разных сторон. Часто одни и те же показатели отображают одновременно и способом картограммы, и точечным.

Метод масштабируемых символов применяют для показа локализованных в точках объектов, не выражающихся в масштабе карты. Метод можно использовать для любых типов графических объектов, особенно для отображения числовых данных.

Отображать несколько тематических данных позволяют локализованные диаграммы.

Основное назначение структурных диаграмм заключается в наглядном отображении структуры какого-либо явления, характеристике отдельных частей целого. Для изображения структуры применяются прямоугольники - для построения столбчатых диаграмм и круги - для построения секторных диаграмм. При построении столбчатых диаграмм можно изменять цвет и ориентацию столбиков. Каждый столбец соответствует одной тематической переменной, а высота его пропорциональна значению тематической переменной для данного объекта.

Существуют два вида применения круга. В первом случае площади кругов сравниваются друг с другом. Такая диаграмма называется круговой. В втором – круг используется для сравнения площади отдельных секторов друг с другом. Получается секторная диаграмма. Применение секторных диаграмм позволяет не только изображать структуру и ее изменение, но и показать динамику. В круговой диаграмме каждый сектор соответствует одной тематической переменной, а его угол пропорционален значению тематической переменной для данного объекта. Например, для отображения структуры посевных площадей применяются два вписанных один в другой структурных значка. Внутренним значком передается структура посевных площадей, внешним – по сельскохозяйственным районам.

На двухтемных картах точечные или линейные объекты отображают две переменные сразу. Для такой карты создаются два слоя, наложенные друг на друга. Для построения используются только два метода: метод диапазонов и метод индивидуальных значений.

Анализ социально-экономических явлений трудно представить без применения графического метода представления данных.

Главное достоинство карт, составленных по статистическим показателям - наглядность. При наиболее эффективном выборе способа картографического изображения карты привлекают к себе внимание, становятся выразительными и лаконичными. Они являются незаменимым средством обобщения статистических данных, анализа и выявления связи между явлениями.

Создание серии аналитических карт позволяет проследить динамику изменения показателей за определённый отрезок времени, что характерно для картографирования сельского хозяйства.

Карты, составленные по статистическим данным, представляют собой вид графических изображений на общегеографической основе и определяют степень распространения того или иного явления на определенной территории.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ромашова Л. А., Николаева О. Н. Основы тематической картографии. – Новосибирск: СГГА, 2013. – 86 с.
2. Лурье И. К. Геоинформационное картографирование. – М., 2008. – 424 с.
3. Ковин Р. В., Марков Н. Г. Геоинформационные системы. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 175 с.
4. Сухов В. И. Сельскохозяйственное картографирование / В. И. Сухов, Я. И. Юровский. – М., 1970. – 70 с.
5. Лисицкий Д. В. Перспективы развития картографии: от системы «Цифровая земля» к системе виртуальной геореальности // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 8–16.
6. Мазуров Б. Т., Николаева О. Н., Ромашова Л. А. Совершенствование информационной базы региональных ГИС (РГИС) для инвентаризации и картографирования ресурсов / Изв. Вузов: Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 130–134.
7. Карпик А. П., Лисицкий Д. В. Электронное пространство – сущность и концептуальные основы // Геодезия и картография. – 2009. – № 5. – С. 41–44.

© Ю. В. Гаврилов, М. А. Нольфина, 2014

УДК 528.92

ВЫБОР И РЕАЛИЗАЦИЯ СПОСОБОВ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ КАРТОГРАФИРУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ И ЯВЛЕНИЙ В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Сергей Анатольевич Крылов

Московский государственный университет геодезии и картографии, 105064, Россия, г. Москва, Гороховский пер., 4, кандидат технических наук, доцент кафедры картографии, тел. (499)267-28-72, e-mail: krylov@cartlab.ru

Глеб Игоревич Загребин

Московский государственный университет геодезии и картографии, 105064, Россия, г. Москва, Гороховский пер., 4, кандидат технических наук, доцент кафедры картографии, тел. (499)267-28-72, e-mail: gleb@cartlab.ru

Иван Евгеньевич Фокин

Московский государственный университет геодезии и картографии, 105064, Россия, г. Москва, Гороховский пер., 4, аспирант кафедры картографии, тел. (499)267-28-72, e-mail: fokin@cartlab.ru

Рассмотрены проблемы выбора и реализации способов картографического изображения в геоинформационных системах при создании тематических карт. Установлены соответствия между названиями способов, принятыми в картографии, и наименованиями способов в наиболее распространенных геоинформационных системах. Определена требуемая информация для построения и расчета способа картографического изображения. Предложен алгоритм действия пользователя при реализации способа картографического изображения в геоинформационных системах.

Ключевые слова: способы картографического отображения, геоинформационные системы, тематические карты.

THE CHOICE AND REALIZATION OF THE WAYS OF THE CARTOGRAPHIC IMAGE IN GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

Sergey A. Krylov

Moscow State University of Geodesy and Cartography, 105064, Russia, Moscow, Gorokhovsky pereulok, 4, docent of Cartography Department, tel. (499)267-28-72, e-mail: krylov@cartlab.ru

Gleb I. Zagrebin

Moscow State University of Geodesy and Cartography, 105064, Russia, Moscow, Gorokhovsky pereulok, 4, docent of Cartography Department, tel. (499)267-28-72, e-mail: gleb@cartlab.ru

Ivan E. Fokin

Moscow State University of Geodesy and Cartography, 105064, Russia, Moscow, Gorokhovskiy pereulok, 4, post-graduate student of Cartography Department, tel. (499)267-28-72, e-mail: fokin@cartlab.ru

The problems of choice and realization of the ways of the cartographic image in geographic information systems for thematic mapping. Correspondence between names methods adopted in cartography, and names in geographic information systems. The required information for the construction and calculation way of the cartographic image. The algorithm of the realization of the way of cartographic image in geographic information systems is proposed to help the user.

Key words: ways of the cartographic image, geographic information systems, thematic maps.

Как известно, в картографии для отображения объектов и явлений в картографическом виде используются особые приемы, называемые способами изображения. Несмотря на многообразие используемых и возможных картографических условных знаков, число способов картографического изображения ограничено. На сегодняшний день в отечественной картографии выделяют не менее десяти основных способов отображения картографируемых явлений.

В настоящее время для автоматизированного построения и оформления тематических и специальных карт применяются многочисленные геоинформационные системы, функциональные возможности которых по выбору и реализации способов картографического изображения различны. Практически все геоинформационные системы обладают инструментами построения и расчёта способов картографического отображения. Однако не все способы могут быть реализованы, названия способов зачастую не совпадают с общепринятыми наименованиями в картографии, реализация способов в разных программах различна. Кроме того, как правило, отсутствует инструмент по обоснованному выбору способа картографического изображения для корректного создания карт. Также, необходимо отметить, что созданием карт в геоинформационных системах, занимаются пользователи с различным уровнем знаний по картографии.

Для решения задачи по автоматизации процесса выбора способа картографического изображения в научно-учебном центре геоинформационного картографирования и на кафедре картографии МИИГАиК под руководством д.т.н. Иванова А.Г. были проведены исследования, в результате которых был разработан алгоритм выбора способа картографического изображения на основании учета характеристик способов и свойств отображаемых объектов, явлений [1] и составлена программа для интерактивного выбора способа картографического отображения. Данная программа предназначена для оперативного определения способа картографического отображения на основе выбранных критериев и может быть использована как картографами, так и пользователями ГИС, не имеющих картографической подготовки.

В продолжение этой работы для решения проблемы практической реализации выбранного способа были проанализированы распространенные ГИС-пакеты QuantumGIS, ArcGIS, MapInfo, ГИС «Карта», для которых были

определены инструменты картографической визуализации и установлены соответствия со способами картографического изображения. Результаты исследований представлены в табл. 1. Как видно из таблицы многие инструменты объединяют в себе реализацию несколько способов картографического изображения.

Сравнение инструментов создания тематических карт в популярных ГИС
и их связь со способами картографического изображения

Название инструментов в геоинформационных системах				Способ картографического изображения
QGIS	MapInfo	ГИС «Карта»	ArcGIS	
Уникальные значения	Отдельные (индивидуальные) значения		Уникальные значения	Значков Линейные знаки Знаки движения Ареалов Качественный фон
Градуированный знак	Диапазоны значений	Картограмма	Градуированный цвет Градуированный символ	Картограмма Количественный фон
				Значков Линейные знаки Знаки движения
	Размерные символы (значки)		Пропорциональный символ	Значков
	Плотность точек	Точечная	Точечный способ	Точечный
Круговая диаграмма	Круговые диаграммы	Круговая секторная диаграмма	Круговые диаграммы	Значков Картодиаграмма Локализованная диаграмма
Гистограмма	Столбчатые диаграммы	Вертикальная / горизонтальная гистограмма	Столбчатые / линейчатые диаграммы	Картодиаграмма Локализованная диаграмма
		График		
			Стековые диаграммы	
Интерполяция	Тематические растровые поверхности	Матрица качеств	Растровая карта	Изолинии Псевдоизолинии (с использованием инструментов интерполяции)
	Карта-призма	Трехмерная карта		Картограмма

Другой важной проблемой создания тематических карт в ГИС является построение условного знака на основе одновременного использования двух показателей (количественного и качественного). И если для полигональных объектов это может быть решено наложением двух тематических слоев (например, наложение штриховки на фоновую окраску), то для построения точечных и линейных знаков такая возможность в ГИС, либо не реализована, либо не предусмотрен отдельный инструмент, что требует дополнительных действий пользователя. Примером использования двух показателей при построении графиче-

ского образа условного знака локализованного в точке может служить отображение населенных пунктов на карте людности, где тип поселения может отображаться цветом, а людность – размером значка. Для линейных объектов примером может служить карта грузопотоков, где груз отображается цветом, а мощность грузопотока – толщиной линии.

На рис. 1 представлены алгоритмы действия пользователя при создании условного знака по двум показателям в геоинформационных системах MapInfo, ArcGIS, QuantumGIS. При этом указаны названия инструментов и названия способов в ГИС (курсивом).

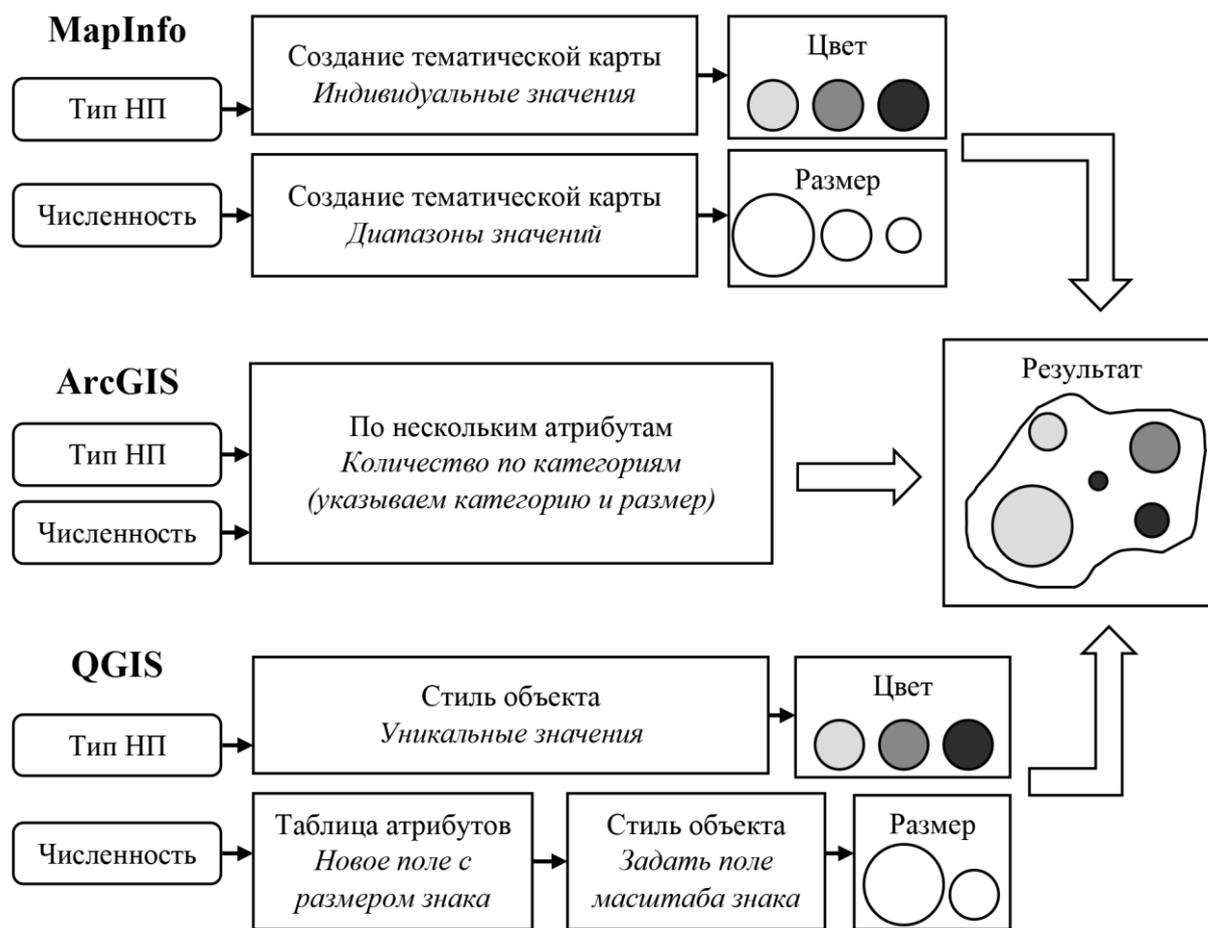


Рис. 1. Реализация способа изображения, сочетающего в себе два показателя, в различных ГИС

Выполненные исследования будут использованы при разработке системы автоматизации процессов формирования, преобразования и использования картографической базы данных [2], которая будет решать задачи не только по созданию базовых и производных цифровых картографических основ на разные территории Российской Федерации в заданном масштабе, но и по их использованию в общегеографическом и тематическом картографировании.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов А. Г., Булыгина О. А. Автоматизация процессов выбора способа изображения картографируемых объектов и явлений // Геодезия и картография. – 2012. – № 10. – С. 27–32.
2. Иванов А. Г., Крылов С. А., Дворников А. В., Загребин Г. И., Булыгина О. А., Дубровина С. В., Лобков А. В., Плотников И. В. Разработка и решение проблемы камерального геоинформационного картографирования // Геодезия и картография. – 2012. – № 12 (спецвыпуск). – С. 127–130.

© С. А. Крылов, Г. И. Загребин, И. Е. Фокин, 2014

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

Татьяна Юрьевна Бугакова

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой прикладной информатики, тел. 8(383)3431853, e-mail: kaf.pi@ssga.ru

Дмитрий Александрович Яковлев

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного 10, аспирант кафедры прикладной информатики, тел. (923)141-67-40, e-mail: yakovleff87@mail.ru

В статье рассмотрен метод определения пространственно-временного состояния техногенного объекта. Форма, размеры и положение в пространстве характеризуют пространственно-временное состояние объекта. Для определения этих характеристик предлагается определить техногенный объект совокупностью конечных треугольных элементов с координатами вершин X , Y , Z . В качестве средств обработки применяются современные программные продукты.

Ключевые слова: система координат, динамика объекта в пространстве, пространственно-временное состояние объекта, техногенный объект.

DETERMINATION OF TECHNOGENIC OBJECTS' SPATIOTEMPORAL STATE BY MEANS OF MATHEMATICAL MODELLING WITH THE UP-TO-DATE SOFTWARE

Tatyana Y. Bugakova

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., PhD, Associate Professor, Head of Applied Information Science Department, tel. 8(383)3431853, e-mail: kaf.pi@ssga.ru

Dmitry A. Yakovlev

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., PhD student of Applied Information Science Department, tel. 8(923)141-67-40, e-mail: yakovleff87@mail.ru

In the article the method of determining the technogenic objects spatiotemporal state is described. The shape, size and location of an object in space characterize its spatio-temporal state. To determine these characteristics it is proposed to locate a technogenic object through the complex of triangular finite elements with the following vertex coordinates: X , Y , Z . Up-to-date software is used as a means of the results processing.

Key words: coordinate system, object spatial dynamics, object spatiotemporal state, technogenic object.

Контроль пространственно-временного состояния объектов (участков земной поверхности, инженерных сооружений, технических систем) по геодезическим данным является одной из важнейших задач обеспечения безопасности их эксплуатации [1].

Результатом геодезических измерений, основанных на современных технологиях (лазерное сканирование, ГНСС технологии), является облако контрольных точек с координатами X, Y, Z . Эти данные являются основой для определения пространственного положения объектов. Современные геоинформационные системы, системы проектирования позволяют создавать, хранить, анализировать, перерабатывать и предоставлять потребителю пространственную информацию, а программы 3d моделирования дают возможность трехмерной (3d) визуализации объектов по геопространственным данным [2].

Однако, анализ возможностей современных ГИС и систем проектирования выполненный в работе [3], позволил сделать вывод о том, что среди рассмотренных программных продуктов, существующих на Российском рынке, нет такой программы, которая позволяла бы комплексно подходить к решению задачи определения пространственно-временных состояний (ПВС) объектов по геопространственным данным, а программы 3d моделирования не решают в полной мере задачу визуализации изменения ПВС объектов. Поэтому для определения пространственно-временных состояний объектов и контроля их изменения необходимо применение методов математического моделирования. В совокупности с современными программными продуктами методы математического моделирования дают возможность выполнять комплексную оценку пространственно-временного состояния объектов, прогнозировать его изменение, выполнять на основе геопространственных данных визуализацию опасных процессов, принимать оперативные управленческие решения в чрезвычайных ситуациях.

Для определения изменения пространственного положения объекта с течением времени служат временные ряды координат точек исследуемого объекта. Изменение положения облака точек в пространстве и времени позволяет выводить суждение о движении и деформации объекта, т.е. об изменении его ПВС. Современные геодезические инструментальные средства дают возможность определить изменение положения каждой точки облака относительно проектного, однако это лишь следствие какого либо процесса, выяснить причину возможно только при условии определения пространственно-временного состояния объекта в целом или его структурных частей друг относительно друга [4-8].

Для контроля пространственно-временного состояния объектов необходимы данные об его геометрических свойствах, как функциях времени. К ним относятся форма, размеры и положение в пространстве [9-10]. Значимым достоинством современного программного продукта AutoCAD Civil 3d является использование триангуляции Делоне для построения моделей рельефа [3]. Метод триангуляции Делоне позволяет аппроксимировать рельеф совокупностью треугольных элементов, вершинами которых являются точки с заданными координатами, как на плоскости, так и в трехмерном пространстве (рис. 1).

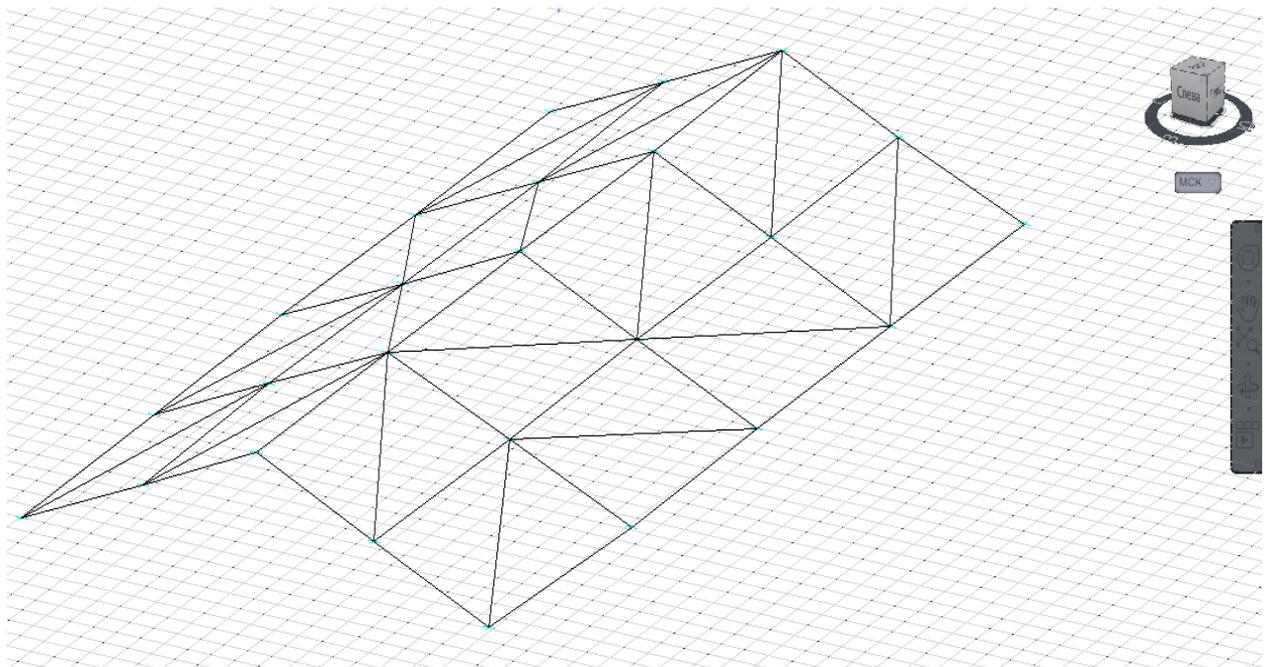


Рис. 1. Триангуляция Делоне для рельефа, заданного множеством контрольных точек

Все точки имеют определённую отметку, а так же свои координаты в виде северного и восточного удаления от начала мировой системы координат Civil 3d.

Метод триангуляции Делоне можно применять не только для отображения цифровой модели рельефа местности, но и для любых технических систем (зданий, сооружений, оборудования и т.д.). Для этого необходимо построение выпуклой оболочки в трехмерном пространстве на основе множества заданных точек, принадлежащих объекту. Посредством AutoCAD Civil 3d, такую оболочку построить нельзя, однако можно применить другое программное обеспечение, предназначенное для математического моделирования.

На рис. 2 приведен пример построения выпуклой оболочки на основании облака 30 случайно заданных точек с координатами X,Y,Z средствами Matlab. В результате выполнения алгоритма в Matlab на оси графического окна выводится выпуклая оболочка и ее пронумерованные вершины. Точки, попавшие внутрь выпуклой оболочки, в триангуляцию не включаются.

Построение выпуклой оболочки методом Делоне дает возможность определить объект в целом: его форму, размеры, положение в пространстве, а также такие геометрические характеристики, как расстояния, площади, объемы треугольных элементов и т. д., т.е все, что характеризует его пространственно-временное состояние. Движение объекта будет характеризоваться изменением положения выпуклой оболочки в пространстве, а деформация – изменением ее формы и размеров [11].

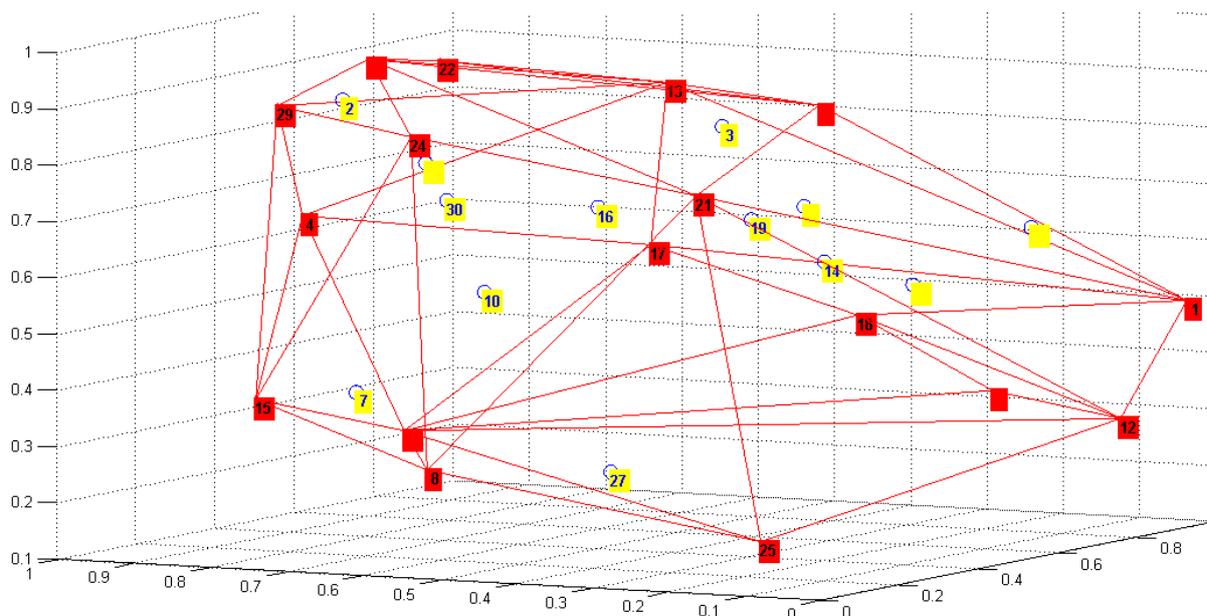


Рис. 2. Пример построения выпуклой оболочки на множестве точек облака

Таким образом, представив объект в виде совокупности треугольных элементов по методу Делоне можно выявить причинно-следственную связь между изменением пространственно-временного состояния объекта в целом и изменением положения каждой контрольной точки объекта, непосредственно фиксируемого геодезическими приборами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бугакова Т. Ю. К вопросу оценки риска геотехнических систем по геодезическим данным // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 1. – С. 151–157.
2. Яковлев Д. А. Текстурирование модели техногенного объекта и его привязка к системе координат в среде 3d studio max 2009 // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 3. – С. 149–152.
3. Яковлев Д. А. Задачи визуализации результатов мониторинга пространственно-временных состояний техногенных объектов по гео-пространственным данным средствами ГИС // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 2. – С. 183–187.
4. Вовк И.Г. Моделирование в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 69–75.
5. Вовк И.Г. Системно-целевой подход в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 2 (18). – С. 115–124.
6. Вовк И. Г., Бугакова Т. Ю. Теория определения техногенного геодинамического риска пространственно-временного состояния технических систем // ГЕО-Сибирь-2010. VI

Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 1, ч. 2. – С. 21–24.

7. T. Bugakova Mathematical simulation of systems time-space condition by geodetic data for technogenic risk assessment. European Science and Technology: materials of the V international research and practice conference, Vol. I, Munich, October 3rd – 4th, 2013 / publishing office Vela Verlag Waldkraiburg – Munich – Germany, С.350-354.

8. Бугакова Т. Ю., Вовк И. Г. Математическое моделирование пространственно-временного состояния систем. Материалы V всероссийской научно-технической конференции «Актуальные вопросы строительства». – Новосибирск: НГАСУ (СИБСТРИН), 2012. – Т. 2. – С.100-105.

9. Бугакова Т. Ю., Вовк И. Г. Математическое моделирование пространственно-временного состояния систем по геометрическим свойствам // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 3. – С. 26–31.

10. Бугакова Т.Ю., Вовк И.Г. Математическое моделирование пространственно-временного состояния систем по геометрическим свойствам и оценка техногенного риска методом экспоненциального сглаживания // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4. – С. 47–58.

11. Бугакова Т.Ю., Вовк И.Г. Математическое моделирование пространственно-временного состояния систем по геометрическим свойствам и оценка техногенного риск методом экспоненциального сглаживания // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4. – С. 47–58.

12. Бугакова Т. Ю., Вовк И. Г. Определение вращательного движения объекта по результатам многократных геодезических измерений // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Раннее предупреждение и управление в кризисных и чрезвычайных ситуациях: предпринимаемые шаги и их реализация с помощью картографии, геоинформации, GPS и дистанционного зондирования» : сб. материалов (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. – С. 88–92.

13. Каленицкий А. И., Ким Э. Л. О комплексной интерпретации данных геодезическо-гравиметрического мониторинга техногенной геодинамики на месторождениях нефти и газа // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4. – С. 3–13.

14. Лисицкий Д. В. Перспективы развития картографии: от системы «цифровая земля» к системе виртуальной геореальности // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2. – С. 8–16.

15. Карпик А. П., Каленицкий А. И., Соловицкий А. Н. Новый этап развития геодезии – переход к изучению деформаций блоков земной коры в районах освоения угольных месторождений // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3. – С. 3–9.

© Т. Ю. Бугакова, Д. А. Яковлев, 2014

ВЫПОЛНЕНИЕ ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПРОЕКТОВ ПОД СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Степан Андреевич Третьяков

Сибирский государственный университет путей сообщения, 630049, Россия, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, 191, аспирант, инженер кафедры инженерной геодезии, тел. 8(923)129-10-10 e-mail: tretyakov.stepan91@mail.ru

Андрей Владимирович Карасюк

Сибирский государственный университет путей сообщения, 630049, Россия, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, 191, аспирант, тел. 8(923)224-86-68, e-mail: karasiukAV@gmail.com

Разработана и описана технология выполнения изыскательских работ для подготовки проектов под системы автоматизированного управления путевых машин при помощи аппаратно-программного комплекса «Профиль».

Ключевые слова: система автоматизированного управления, изыскательские работы, АПК «Профиль».

IMPLEMENTATION OF RESEARCH WORK FOR PROJECT PREPARATION FOR AUTOMATED CONTROL SYSTEMS

Stepan A. Tretyakov

Siberian Transport University, 630049, Russia, Novosibirsk, 191 Dusi Kovalchuk st., PhD student, engineer department «Engineering Geodesy», tel. 8(923)129-10-10, e-mail: tretyakov.stepan91@mail.ru

Andrey V. Karasyuk

Siberian Transport University, 630049, Russia, Novosibirsk, 191 Dusi Kovalchuk st., PhD student, tel. 8-(923)224-86-68, e-mail: karasiukav@gmail.com

Developed and described the technology implementation and survey work for the preparation of projects under automated control system for track machines using hardware-software complex «Profil».

Key words: automatic control system, survey work, HSC «Profil».

Перед подготовкой проекта под системы автоматизированного управления (САУ) путевым машинам, необходимо знать пространственное положение пути на данный момент. Традиционные методы изысканий по сбору этих данных (при помощи теодолитов, тахеометров) занимают достаточно продолжительное время. Технология, разработанная в научно-исследовательском дорожном центре «Диагностики дорожных одежд и земляного полотна» (НИДЦ «ДДОиЗП»), позволяет получить пространственные координаты пути (X, Y, H) с высокой точностью в геодезической или местной системе координат, расстояние до оси соседнего пути (междупутье) и габариты элементов путевой инфраструктуры с меньшими затратами времени, при помощи аппаратно-программного комплекса «Профиль» (АПК «Профиль»).

Комплекс внесен в реестр средств измерений под номером 33047-06, получен сертификат об утверждении типа средства измерения RU.C.27.007.A №25716. [1]

АПК состоит из базовой станции и движущейся части на железнодорожном ходу.

В начале работ необходимо выполнить рекогносцировку местности, выбрать места расположения базовых станций (рис. 1) таким образом, чтобы они равномерно располагались вдоль маршрута съемки и угол возвышения не превышал 10° .



Рис. 1. Базовая станция

Координаты планово-высотного обоснования необходимо определить с использованием спутниковой аппаратуры позиционирования, точки располагать таким образом, чтобы расстояние от базы до САУ не превышало 25 км.

После выбора мест установки базовых станций, собирается ходовая часть АПК, она состоит из разборной рамы, изготовленной из алюминиевого сплава, и колес из инструментальной стали с кадмиевым покрытием.

На ходовую часть устанавливается комплект спутниковой аппаратуры позиционирования, состоящий из приемника, контроллера, GSM- или радиомодема и антенны на 2-х метровой вешке (рис. 2).



Рис. 2. АПК «Профиль»

Затем выполняется непосредственно съемка. Рекомендуемая скорость движения 5км/ч, время остановки (во время измерений габаритов и междупутья) при линейной привязке к километровым знакам и пикетам должно быть минимальным. Все данные записываются в файл созданного на контроллере проекта, параллельно ведется абрис.

Данные с контроллера обрабатываются на компьютере и вычисляются сдвиги пути в горизонтальной и вертикальной плоскости для постановки его в проектное положение.

Проект с величинами сдвижек, привязанным к линейной и прямоугольной системам координат загружается в бортовой компьютер путевой машины.

Разработанная методика апробирована на участке железной дороги Чик-Обь при выполнении работ по его капитальному ремонту. Применение АПК «Профиль» позволило в 5 раз сократить время производства полевых и камеральных работ. Точность определения координат головки рельсы не превышала 2 см., что значительно выше, чем при использовании традиционных геодезических методов. Полученные результаты соответствует требованиям. Использование информации, полученной железнодорожной тележкой в САУ повысило актуальность проектов и, соответственно, качество выполнения работ, сократило время на их выполнение.

Функциональные возможности АПК «Профиль», позволяют при капитальном ремонте выполнять экспертизу, подготовку проекта для САУ и исполнительные съемки по определению проектного положения железнодорожного пути и геометрических параметров удовлетворяющих, соответствуя в полном объеме требованиям к измерительным средствам для капитального ремонта железнодорожного пути.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Щербаков В. В., Аппаратно-программный комплекс для определения геометрических параметров рельсовой колеи АПК «Профиль»

© С. А. Третьяков, А. В. Карасюк, 2014

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОСТАНОВКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ В ПРОЕКТНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ (МОДЕРНИЗАЦИИ) И ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАБОТЕ

Владимир Васильевич Щербаков

Сибирский государственный университет путей сообщения, 630049, Россия, г. Новосибирск, ул. Д. Ковальчук, 191, кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Инженерная геодезия», тел. (913)912-86-91, e-mail: vvs@stu.ru

Иван Владимирович Щербаков

Сибирский государственный университет путей сообщения, 630049, Россия, г. Новосибирск, ул. Д. Ковальчук, 191, ведущий инженер лаборатории «Диагностика дорожных одежд и земляного полотна», тел. (913)795-33-33, e-mail: cild@rambler.ru

Приведены методы и средства выправки железнодорожного пути, выполнен анализ измерительных систем, а так же их оценка по различным критериям.

Ключевые слова: система координат, система автоматического управления, спутниковый геодезический приемник, автоматизация работ, глобальная навигационная спутниковая система.

ANALYSIS OF METHODS OF LAYING RAILWAY TRACKS IN FINAL POSITION DURING RECONSTRUCTION (MODERNIZATION) AND FIELD OPERATION

Vladimir V. Scherbakov

Siberian Transport University, 630049, Russia, Novosibirsk, 191 D. Kovalchuk St., PhD, head of department of Engineering Geodesy, tel. (913)912-86-91, e-mail: vvs@stu.ru

Ivan V. Scherbakov

Siberian Transport University, 630049, Russia, Novosibirsk, 191 D. Kovalchuk St., senior engineer of «Road and road bed monitoring» laboratories, tel. (913)795-33-33, e-mail: cild@rambler.ru

Methods and techniques of railway line straightening are listed, analysis of measuring systems is carried out, as well as their evaluation by various criteria.

Key words: coordinate system, automatic control system, geodetic satellite receiver, automation works, GNSS.

Постановка ж/д пути в проектное положение одни из наиболее трудоемких этапов, выполняемых в процессе ремонта или реконструкции железных дорог.

На текущем содержании выполняется выправка пути путем сглаживания (устранения неровности в плане и профиле), при этом используются внутренние системы координат измерительных комплексов путевых машин.

Связи с внешней пространственной системой координат, так же системы автоматического управления (САУ) не имеют. В России к таким системам от-

носятся ПТК "Магистраль" и ВПН "Навигатор". Эти САУ относятся к относительным методам выправки пути.

В последнее время получили широкое развитие САУ на базе координатных методов, использующих пространственные (геодезические) координаты.

На рис. 1 показано, что после сглаживания линия 1 перемещается в сечениях с заданным «шагом» из положения 1 в положение 2, а при постановке в проектное положение в положение 3.

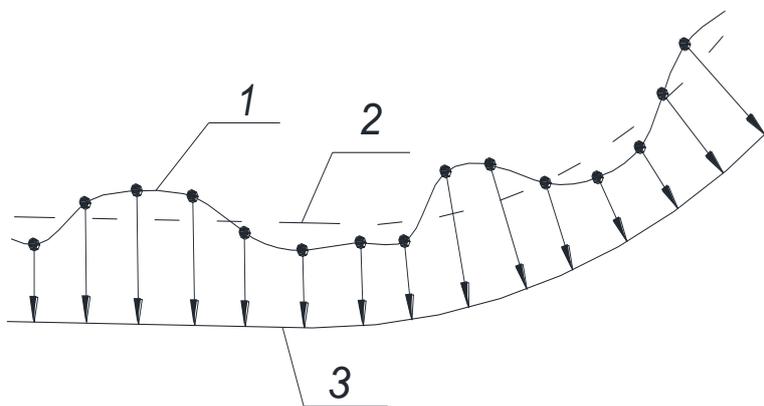


Рис. 1. Схема выправки пути

В настоящее время постановки пути в проектное положение осуществляются несколькими известными способами (рис. 2):

1-й способ: с использованием лазерных построителей плоскости в комплексе со спутниковой аппаратурой ГНСС (ГЛОНАСС/GPS) или опорной (реперной) геодезической сетью.

2-й способ: с использованием глобальных навигационных спутниковых систем ГНСС (ГЛОНАСС/GPS) в качестве измерительной системы, работающей в дифференциальном режиме в комплексе Rover и базовая (референц) станции.

3-й способ: с использованием опорной плоскости в виде копир-струны.

4-й способ: кроме указанных трех способов существуют другие, в основе которых лежит, например измерительная система комплексированная со спутниковой аппаратурой ГНСС, инерциальной, гироскопа и т.д.

Сущность первого способа заключается в измерении смещений измерительной тележки (рабочих органов выправочной машины) относительно заданных плоскостей лазерного построителя плоскости ориентированного в пространстве по координатам, полученным ГНСС(GPS) или реперной геодезической сети через 300-400м. В качестве примера такой совместной системы является EM-SAT австрийской разработки (рис. 3).

Существует два варианта реализации EM-SAT с использованием спутниковой аппаратуры для определения координат опорных точек через 300-350м, а так же с использованием реперной сети, создаваемой вдоль железных дорог.



Рис. 2. Способы постановки пути в проектное положение



Рис. 3. Выправка пути в Италии системой EM-SAT

По величине смещения лазерного луча на фотоприёмном устройстве формируется сигнал для перемещения пути в горизонтальной и вертикальной плоскости для постановки пути в проектное положение.

Сущность второго способа заключается в определении смещения измерительной тележки в горизонтальной и вертикальной плоскости по разности проектных и фактических координат в любой i -ой точке на участке ремонта (реконструкции).

Координаты определяются в глобальной системе WGS-84 и преобразуются в систему координат проекта МСК (рис. 4).

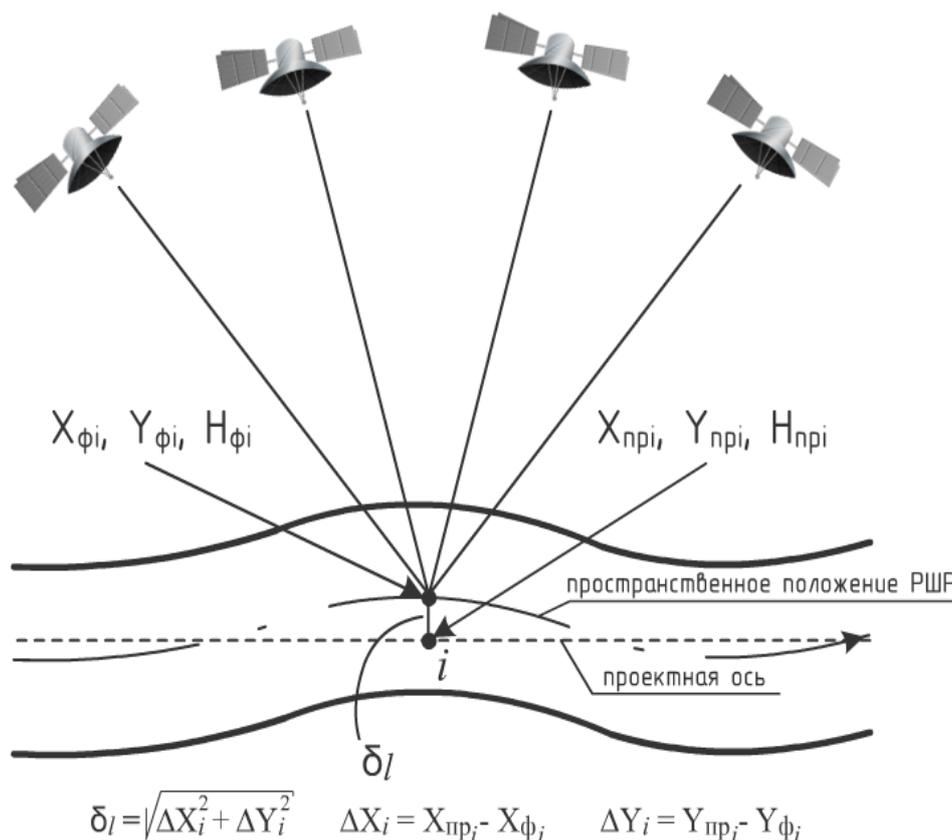


Рис. 4. Принципиальная схема определения смещения с использованием ГНСС

Третий способ. Создание искусственной опорной линии наиболее распространенный способ высокоточной постановки пути в проектное положение. На скоростных магистралях это основной способ постановки в проектное положение. В Европе большую часть работ по постановке пути в проектное положение выполняют с использованием копир-струны. При строительстве автомобильных дорог современными автоматизированными системами управления асфальтоукладочными, бетоноукладочными машинами в настоящее время на 100% оснащены САУ с копир-струной.

Сущность способа заключается в сравнении фактических и проектных расстояний между осью ремонтируемого пути и копир-струной в i -ых сечениях, вычислении смещения (рихтовки, подъёмки) пути в плане и профиле и выработке сигнала на смещении пути в проектное положение (рис. 5, 6).

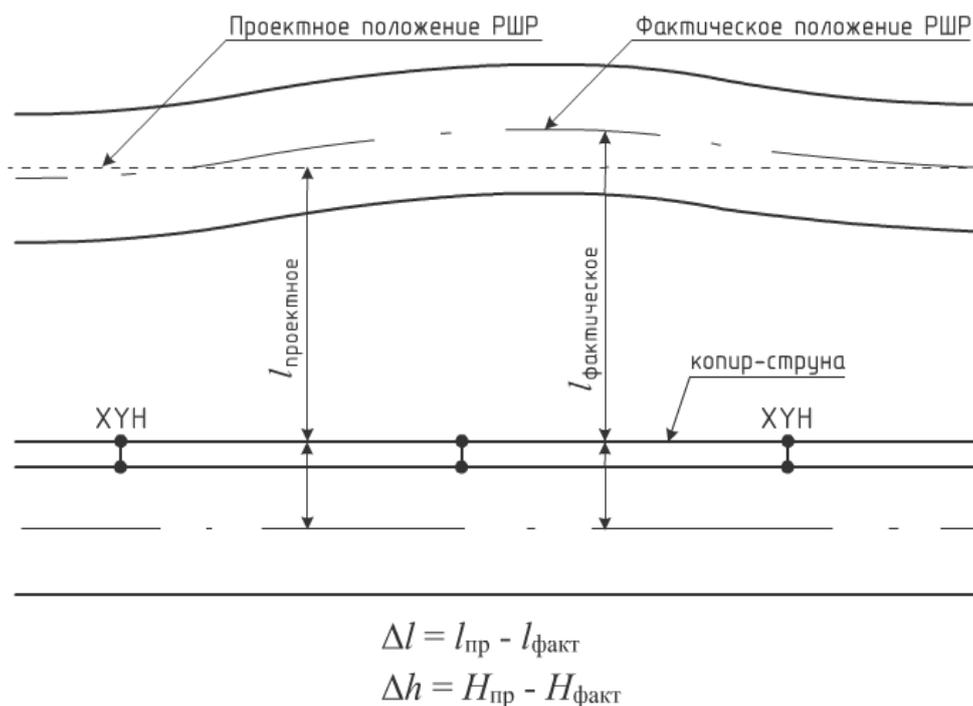


Рис. 5. Принципиальная схема определения сдвижки подъёмки с использованием копир струны

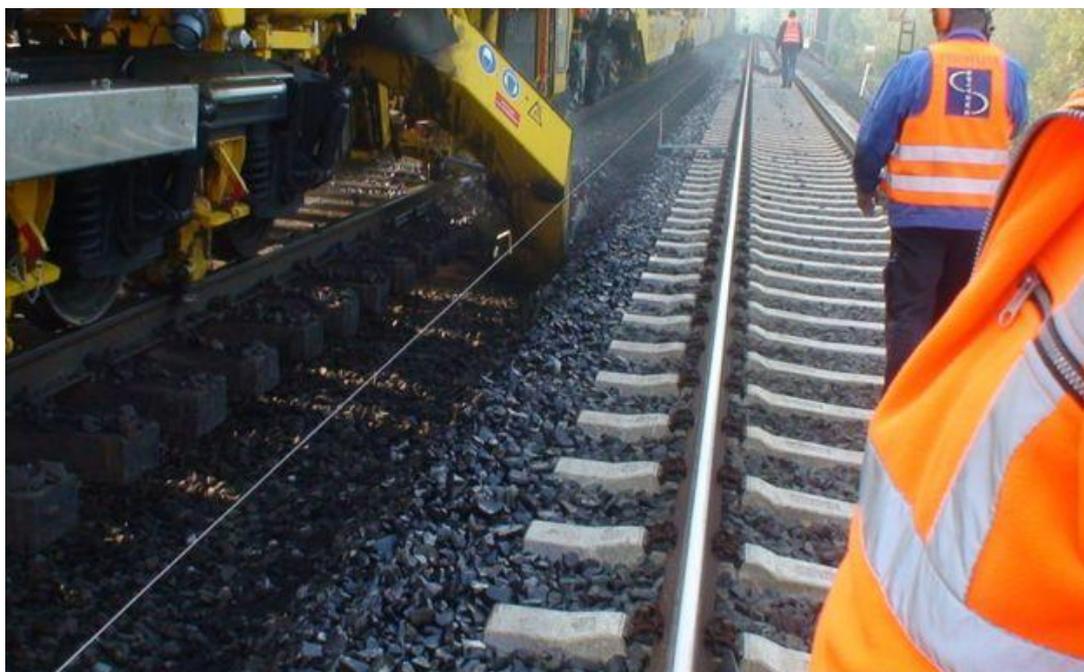


Рис. 6. Применение копир-струны при проведении ремонтных работ в Германии

Способ четвертый. Комплексированные схемы ГНСС + инерциальная система – перспективное направление широко применяется в САУ строительной

техникой – автогрейдерами, бульдозерами и др. В основе работы сравнения проектных и фактических координат так же как и во втором способе.

Достоинства и недостатки способов постановки пути в проектное положение представлены в табл. 1.

Таблица 1

Достоинства и недостатки способов постановки пути
в проектное положение

Способ	Достоинства	Недостатки
1	1. Высокий уровень автоматизации. 2. Высокая точность взаимного положения пути в смежных сечениях (± 2). 3. Исключение длинных неровностей (заводы, лощины) в плане и профиле.	1. Сложная организация работ с наличием двух взаимосвязанных подвижных средств, цикличность работ при перемещении между опорными точками, зависимость от погодных и климатических условий (наличие лазерной техники). 2. Расширенный штат специалистов. 3. Относительно невысокая точность абсолютного положения пути (± 15 мм). 4. Высокая стоимость оборудования, включая его обслуживание.
2	1. Высокий уровень автоматизации (100 %, за исключением подготовительных работ). 2. Сокращение штата обслуживающего персонала (2 специалиста). 3. Высокая производительность работ. 4. Исключение человеческого фактора непосредственно при постановке в проектное положение. 5. Исключение длинных неровностей.	1. Относительно низкая точность взаимного положения в смежных сечениях (± 2 см). 2. относительно низкая точность пространственного положения (относительно опорной геодезической сети: ± 3 см). Высокая стоимость оборудования и обслуживания.
3	1. Высокая точность взаимного положения в смежных сечениях (± 1 мм). 2. Высокая точность пространственного положения относительно опорной геодезической (реперной) сети (± 5 мм). 3. Низкая стоимость оборудования	1. Высокая трудоемкость. 2. Расширенный штат геодезистов. 3. Большие затраты времени на подготовительные работы установки копир-струны. 4. Расширенный штат рабочих по монтажу и демонтажу копир-струны и специального оборудования по регулировке натяжения и пространственного положения струны.
4	1. Относительно высокая точность взаимного положения (± 5 мм) в смежных сечениях. 2. Полная автоматизация за исключением подготовительных работ. 3. Сокращенный штата (2 специалиста).	Относительно невысокая точность определения пространственного положения (± 2 см) рельсовой колеи относительно опорной геодезической сети

* относительно высокая и относительно не высокая точность определяется средними значениями точности для всех способов.

© В.В. Щербаков, И.В. Щербаков, 2014

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ВЫСТАВКИ ПУТИ В ПРОЕКТНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ

Иван Александрович Бунцев

Сибирский государственный университет путей сообщения, 630049, Россия, г. Новосибирск, ул. Д. Ковальчук, 191, кандидат технических наук, ведущий инженер лаборатории «Диагностика дорожных одежд и земляного полотна», тел. (913)397-48-42, e-mail: geodep@ngs.ru

В статье рассмотрен подход к использованию глобальных навигационных спутниковых систем и проектных данных, подготовленных в геодезических координатах, для выставки пути в проектное положение на базе системы автоматизированного управления путевыправочной машиной.

Ключевые слова: система автоматического управления, система координат, спутниковый геодезический приемник, автоматизация работ, глобальная навигационная спутниковая система.

AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR MOVING THE WAY TO PROJECT POSITION USING GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEMS

Ivan A. Buntsev

Siberian Transport University, 630108, Russia, Novosibirsk, 191 D. Kovalchuk, senior engineer, «Road and road bed monitoring» laboratories, tel. (913)397-48-42, e-mail: geodep@ngs.ru

The article describes the approach to the use of global navigation satellite systems, and design data in geodetic coordinates to move the way in the project position on the basis of the automated control system.

Key words: automatic control system, coordinate system, satellite geodetic equipment, automatization of work, global navigation satellite system.

Постановка пути в проектное положение в настоящее время выполняется с использованием проектных данных в относительных величинах, используются, как правило, расстояние между осями проектного и соседнего пути и величина превышения от заданной точки. Выполнение проектирования и подготовка проекта в геодезической системе координат позволяет повысить качество проектов и автоматизировать процесс проектирования. Использование геодезических координат при создании проекта позволяет исключить длинные неровности в плане и по высоте. Выставка пути в проектное положение с использованием координат значительно эффективнее по сравнению с использованием относительных методов.

Исходными данными для выправки пути являются значения расстояния между точками оси ремонтируемого пути и оси существующего пути. Данные получают при проведении изысканий. Работы выполняются с использованием

относительных методов измерения (метод Гоникберга и т.д.), рис. 1, поэтому исходные данные не позволяют определять длинные неровности в плане и продольном профиле. Это один из наиболее существенных недостатков исходных данных для проектирования. Вторым недостатком является временной фактор, связанный с временным интервалом между выполнением изыскательских работ и выправкой пути. За промежуток времени путь смещается как в плане, так и по высоте, поэтому проектные данные теряют свою актуальность. Достоверность данных уменьшается с увеличением времени между изысканиями и выправкой. Применяемые в настоящее время технологии выправки пути и постановки в проектное положение не обеспечивают высоких показателей геометрии пути из-за ограниченных исходных данных, ограниченных функциональных возможностей выправочно-рихтовальных машин и методики измерений.



Рис. 1. Привязка при ремонтах пути относительными методами

Анализ результатов опытно-методических работ по оценке состояния рельсовой колеи по геометрическим параметрам показывает наличие длинных неровностей в плане и вертикальной плоскости (продольном профиле). Длинные неровности в плане (заводины) и продольном профиле (лощины) образовались при выполнении капитального ремонта, в процессе эксплуатации пути их характеристики могут изменяться. Наличие длинных неровностей недопустимо,

так как ограничивает возможность повышения скоростей движения. На рис. 2 приведён график неровностей в диапазоне хорд от 20м до 200м. Из приведенных данных видно, что длинные неровности выявляются на хордах более 100 метров. Таким образом, координатный способ позволяет в широком диапазоне определять геометрические параметры рельсовой колеи и использовать их для расчета сдвижек и подъемок.

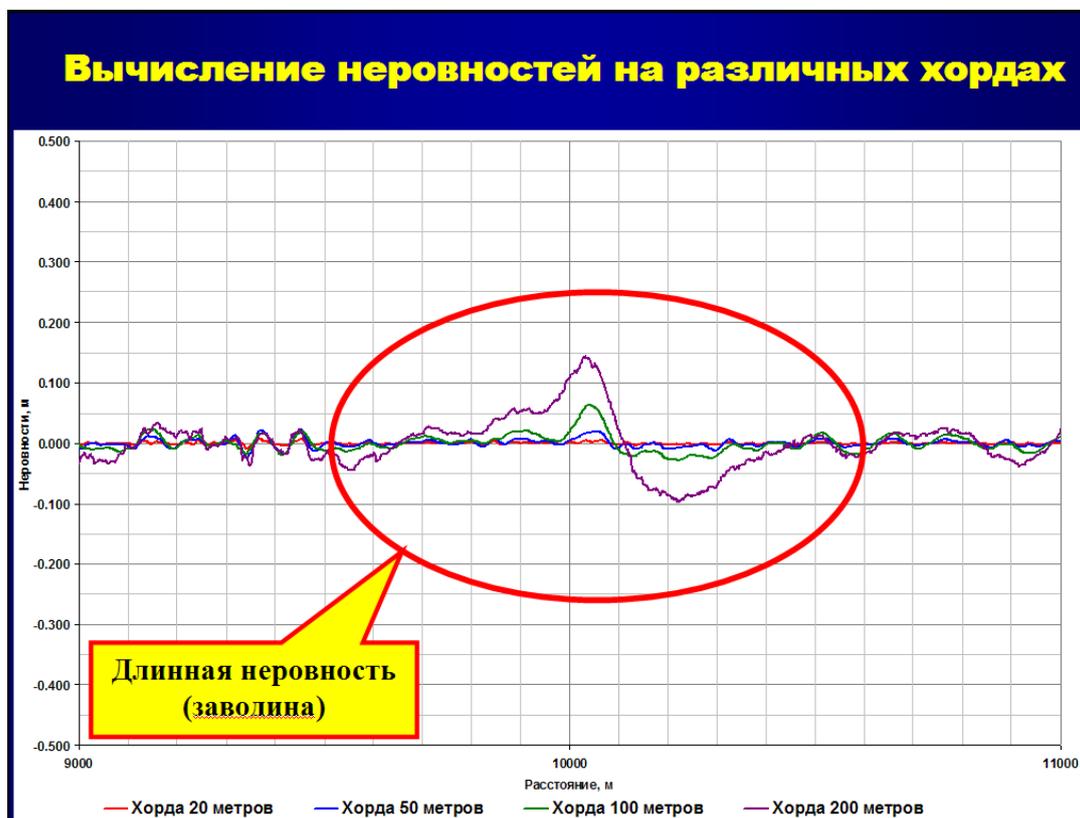


Рис. 2. Определение неровности в горизонтальной плоскости в диапазоне хорд от 20 до 200 м

Внедрение спутниковых технологий, в том числе запуск национальной системы ГЛОНАСС, дает широкие возможности для решения инженерных задач с высокой точностью и производительностью. Работа всех машин задействованных в технологии основана на едином принципе сравнения текущих координат верхнего строения пути, с проектными данными и дальнейшим приведении существующих показателей к проектным. В качестве измерительного устройства технология предусматривает использование автоматизированного путеизмерительного комплекса (АПК) "Профиль". АПК осуществляет определение фактического положения оси пути и его геометрических параметров с высокой точностью (точность местоопределения 1 см). Результаты измерения геометрических параметров пути в электронном виде

передаются в интерфейс путевогоправочных машин, где происходит сравнение фактического положения оси пути и прочих его параметров с проектным положением. Интерфейсное устройство осуществляет расчет разницы между проектным и фактическим положением пути для выработки управляющих сигналов на различных типах выправочных машин. Результаты сравнения передаются в систему управления путевогоправочной машины. Технология ориентирована на использование проектных материалов, подготовленных в геодезических координатах.

Программное обеспечение системы управления выправной пути (ПО СУВП) состоит из нескольких модулей, находящихся на разных архитектурных слоях по отношению к пользователю (оператору машины) и аппаратному обеспечению. ПО СУВП предназначено для расчета величины параметров выправки пути, визуализации проектного и текущего положения измерительной тележки, а так же для автоматизированного управления выправкой.

ПО СУВП имеет модульную структуру, и состоит из следующих основных модулей, изображенных на рис. 3.

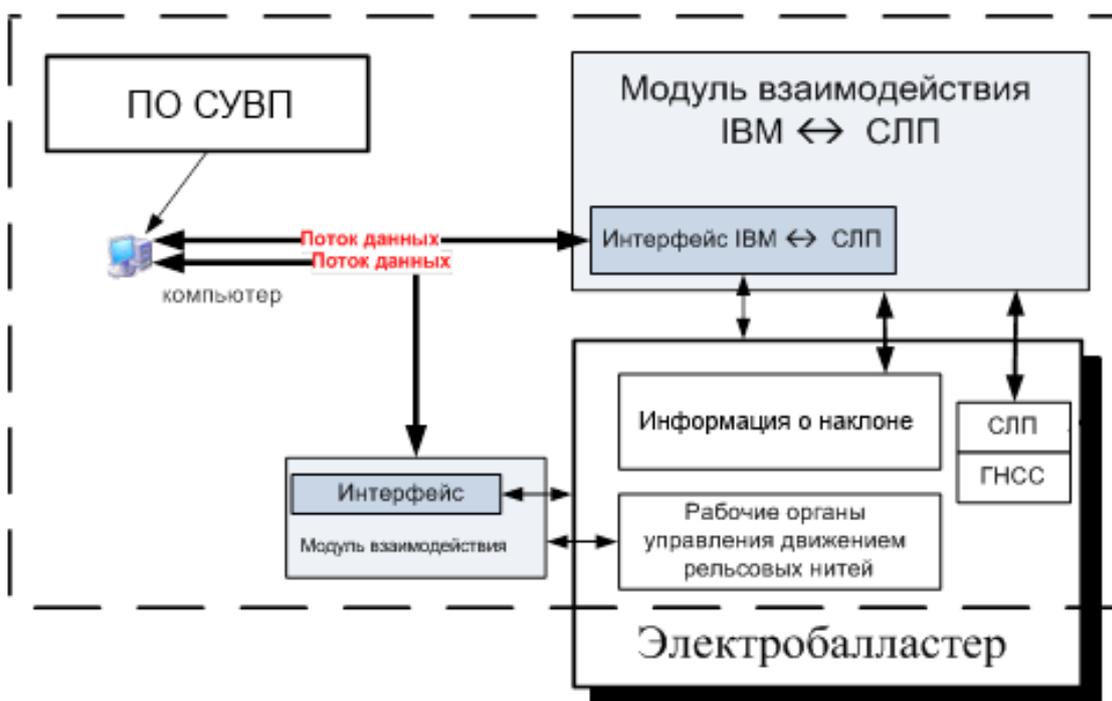


Рис. 3. Структурная схема взаимодействия IBM – совместимого компьютера и системы линейных перемещений (СЛП) с помощью ПО СУВП

Алгоритм работы с программным обеспечением системы управления выправной и постановки пути в проектное положение изображен на рис. 4.



Рис. 4. Алгоритм работы ПО СУВП

© И. А. Бунцев, 2014

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫЧИСЛЕНИЙ ВЫСОТ ГЕОИДА И УКЛОНЕНИЙ ОТВЕСНЫХ ЛИНИЙ ПО КОМПЬЮТЕРНЫМ ПРОГРАММАМ GRAV И HSYNTH_WGS84

Александр Викторович Елагин

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. (383-2)43-29-11, e-mail: VG@snga.ru

Выполнено сравнение результатов вычисления высот геоида и уклонов отвесных линий (УОЛ) по компьютерным программам Grav и hsynth_WGS84. Если исключить постоянную составляющую 38 см, то расхождения высот не превышают 5 мм. Методом конечных разностей также проверена правильность вычисления составляющих УОЛ. Сделан вывод, что на поверхности квазигеоида УОЛ является углом между нормалью к поверхности квазигеоида и касательной к силовой линии нормального поля силы тяжести.

Ключевые слова: гравитационное поле Земли, геоид, квазигеоид, уклонение отвесной линии.

COMPUTATION OF GEOIDAL RISE AND PLUMB-LINE DEFLECTION BY GRAV AND HSYNTH_WGS84 SOFTWARE: RESULTS COMPARISON

Alexander V. Elagin

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph.D., Assoc Prof, Department of Physical Geodesy and Remote Sensing, tel. (383-2)43-29-11, e-mail: VG@snga.ru

The results of geoidal rise and plumb-line deflections computation by Grav are compared with those by hsynth_WGS84 software. If the constant component (38 cm) is eliminated, the divergence of height is 5 mm, max. The finite difference method was used to check the computation results of plumb-line deflections components. It is concluded that on the quasi-geoid surface, plumb-line deflections make an angle between the normal to the quasi-geoid surface and the tangent to the force line of the normal gravity field.

Key words: gravitational field of the Earth, geoid, quasi-geoid, plumb-line deflection.

В настоящее время самой точной глобальной моделью гравитационного поля Земли является модель EGM2008 [1]. К модели прилагается компьютерная программа hsynth_WGS84.exe, предназначенная для вычисления высот геоида. Благодаря данным глобальной модели EGM2008 можно переходить от геодезических высот к нормальным, что очень важно при преобразовании координат из государственных в местные. В работах [2, 3, 4, 5] были проведены исследования глобальной модели EGM2008 на территории Новосибирской области.

Автором разработана программа Grav, которая позволяет вычислять высоты квазигеоида, уклоны отвесных линий и ускорения силы тяжести [6, 7] по коэффициентам модели EGM2008 до 2190 степени и 2160 порядка. Возникла необходимость протестировать работу программы Grav при помощи програм-

мы hsynth_WGS84.exe. Для этого в программу Grav была вставлена подпрограмма COR для вычисления поправок за переход от высот квазигеоида к высотам геоида.

Сравнивались между собой высоты геоида. К сожалению, автор не смог выяснить каким значением геопотенциала W_0 задана поверхность геоида в программе hsynth_WGS84.exe. В программе Grav $W_0 = 62636851.715 \text{ м}^2 \text{ с}^{-2}$. По этой причине высоты геоида, вычисленные по двум программам, отличаются на постоянное слагаемое -38 см. Результаты вычислений представлены в табл. 1. Миллиметровые расхождения объяснить не удалось.

Таблица 1

Сравнение результатов вычислений

Пункт	B°	L°	ζ hsynth, м	ζ Grav, м	$\Delta\zeta$, м
1	2	3	4	5	6
СГГА	55.0	82.9	-36.292	-35.908	-0.384
Гора Белуха	49.8	86.5	-39.595	-39.211	-0.384
Кронштадт	60.0	29.7	15.704	16.089	-0.384
Сочи	43.5	39.8	18.308	18.692	-0.384
Мурманск	69.0	33.0	18.030	18.414	-0.384
Диксон	73.5	80.5	-8.416	-8.031	-0.385
Тикси	71.5	128.5	-6.938	-6.553	-0.385
Певек	69.8	170.0	3.565	3.950	-0.385
Берингов пролив	66.0	191.0	3.737	4.121	-0.384
Петропавловск-Камчатский	53.0	158.5	23.720	24.104	-0.384
Корсаков (о. Сахалин)	46.7	142.8	25.667	26.051	-0.384
Владивосток	43.3	132.0	26.119	26.503	-0.384
Якутск	62.0	130.0	-4.871	-4.487	-0.384
Байкал	52.0	106.0	-40.157	-39.773	-0.384
Красноярск	56.0	93.0	-39.446	-39.062	-0.384
Омск	55.0	73.3	-30.540	-30.156	-0.384
Ханты-Мансийск	61.0	69.0	-19.223	-18.838	-0.385
Екатеринбург	56.8	60.5	-7.905	-7.521	-0.384
Тура	64.4	100.0	-26.862	-26.477	-0.385
Север Тихого океана	40.0	200.0	-12.981	-12.597	-0.384
Экватор Тихого океана	0.0	200.0	16.128	16.511	-0.383
Юг Тихого океана	-40.0	200.0	1.085	1.467	-0.382
Экватор Индийского океана	0.0	80.0	-102.592	-102.212	-0.380
Юг Индийского океана	-40.0	80.0	13.179	13.561	-0.382
Север Атлантического океана	40.0	320.0	32.499	32.883	-0.384
Экватор Атлантического океана	0.0	320.0	-18.633	-18.250	-0.383
Юг Атлантического океана	-40.0	320.0	-6.697	-6.314	-0.383
Северная Америка	40.0	260.0	-24.826	-24.442	-0.384
Южная Америка	-20.0	300.0	19.580	19.962	-0.382
Африка	10.0	20.0	2.070	2.453	-0.383
Австралия	-30.0	140.0	12.620	13.002	-0.382
Эверест	28.0	86.0	-33.394	-33.010	-0.384
Марианская впадина	10.0	142.0	54.133	54.515	-0.382

Для проверки правильности вычисления составляющих УОЛ по программе Grav использовался метод конечных разностей (МКР). УОЛ определялись методом конечных разностей по высотам геоида и высотам квазигеоида. Для пункта Эверест, вычисленные по высотам геоида, высотам квазигеоида и по программе Grav составляющие УОЛ представлены в табл. 2.

Таблица 2

Вычисления УОЛ в пункте Эверест

Вычисления	ξ''	η''
МКР по высотам геоида	-56.668	-14.303
МКР по высотам квазигеоида	-74.693	-42.902
По программе Grav	-74.685	-42.900

На основе результатов в табл. 2 можно сделать вывод, что в случае вычисления УОЛ на поверхности квазигеоида по глобальным моделям разложения гравитационного поля в ряд по шаровым функциям [8] вычисляются отклонения отвесных линий не между отвесной линией и касательной к силовой линии нормального поля силы тяжести, а между нормалью к квазигеоиду и касательной к силовой линии нормального поля.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антонович К. М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. В 2 т. Т. 1. – М.: Картгеоцентр. – 2005. – 334 с.
2. Шендрик Н. К. К точности положений пунктов ПДБС Новосибирской области в государственной системе координат и высот // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 3. – С. 21–27.
3. Шендрик Н. К. Исследование точности геодезической сети активных базовых станций Новосибирской области в государственной системе координат и высот // Геодезия и картография. – 2014. – № 1. – С. 2–7.
4. Шендрик, Н. К. Об использовании пунктов Международной геодинамической сети и системы координат ITRF для геодезического обеспечения территорий // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 2. – С. 230–235.
5. Шендрик Н. К. Возможности использования пунктов Международной геодинамической сети и системы ITRF для геодезического обеспечения территории Новосибирской области // Геодезия и картография. – 2013. – № 12. – С. 2–5.
6. Елагин А. В. Вычисление высот квазигеоида по глобальным моделям геопотенциала // ГЕО-Сибирь-2009. V Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 20–24 апреля 2009 г.). – Новосибирск: СГГА, 2009. Т. 1, ч. 1. – С. 85–89.
7. Елагин А. В. Вычисление высот квазигеоида по коэффициентам глобальной модели гравитационного поля Земли EGM2008 // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 1, ч. 1. – С. 151–153.
8. Елагин А. В. Теория фигуры Земли. – Новосибирск: СГГА, 2012. – 174 с.

© А. В. Елагин, 2014

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

Виталий Михайлович Жидов

Сибирский государственный университет путей сообщения, 630049, Россия, г. Новосибирск, ул. Д. Ковальчук, 191, доцент кафедры инженерной геодезии, тел. +7(913)898-41-95, e-mail: zhidov@mail.ru

Впервые для автоматизированного управления рабочими механизмами выправочной железнодорожной машины использована спутниковая геодезическая аппаратура с двумя антеннами. Данная аппаратура позволяет однозначно определять ориентирование всех рабочих механизмов в пространстве и относительно реализуемого проектного решения.

Ключевые слова: железная дорога, глобальные навигационные спутниковые системы, ремонт пути.

USE OF THE SATELLITE GEODETIC EQUIPMENT AT TRACK RECONSTRUCTION

Vitaliy M. Zhidov

Siberian Transport University, 630049, Russia, Novosibirsk, D. Kovalchuk street, 191, the senior lecturer of department «Engineering geodesy», tel. +7(913)898-41-95, e-mail: zhidov@mail.ru

For the first time for automated management by working mechanisms of the rectifying railway car the satellite geodetic equipment with two antennas is used. This equipment allows to define unambiguously orientation of all working mechanisms in space and rather realized design decision.

Key words: railroad, global navigation satellite systems, track repair.

Использование спутниковой геодезической аппаратуры при решении различных инженерных задач на железной дороге становится более массовым и разнообразным. Существуют различные путеизмерительные тележки для определения геометрических параметров рельсовой колеи, длин рельсовых плетей, а также системы автоматизированного управления дорожно-строительной техникой.

В научно-исследовательском дорожном центре Сибирского государственного университета путей сообщения научно-исследовательской лабораторией «Диагностика дорожных одежд и земляного полотна» разработаны и внедрены в эксплуатацию системы автоматизированного управления (САУ) железнодорожными машинами, такими как электробалластер и щебнеочистительная машина.

При работе щебнеочистительной машины спутниковая аппаратура используется для определения текущего местоположения, затем осуществляется пересчет в линейную систему координат. По данным пикетажного значения из проекта берутся необходимые значения вырезки балласта и формируются соответ-

ствующие команды для рабочих механизмов дорожной машины. При наличии дополнительной информации о пространственном положении соседних железнодорожных путей и искусственных сооружений (опоры контактной сети, светофоры, остановочные платформы и т.д.) рельсошпальная решетка после вырезки под ней щебня оставляется в безопасном положении с учетом всех габаритных расстояний до соседних объектов.

В реализации САУ на электробалластере изначально устанавливалась спутниковая геодезическая аппаратура, имеющая одну принимающую антенну. Алгоритм автоматизированной работы заключается в следующем:

- определяется текущее местоположение спутниковой антенны, установленной на крыше машины над рабочими механизмами;
- определяются углы наклона кузова;
- определяются смещения путеизмерительной тележки относительно оси электробалластера;
- рассчитываются текущие координаты оси пути и сравниваются с проектными значениями;
- определяются величины и направления смещения в вертикальной и горизонтальной плоскости;
- посылаются необходимые команды на механизмы выправки пути.

В такой реализации возникали неопределенности в интерпретации движения и положения машины по отношению к проектным данным, представленным в линейных координатах.

Установка спутниковой геодезической аппаратуры, показанной на рис. 1, с двумя принимающими антеннами, расположенными перпендикулярно направлению движения, позволила однозначно решить задачу ориентации машины и ее рабочих органов в пространстве. Сущность работы такой аппаратуры заключается в следующем: один приемник в режиме реального времени осуществляет прием поправок от базовой станции и определяет свое местоположение, формирует мобильную базовую станцию и передает поправки на второй приемник. Информация, получаемая с обоих приемников, может быть представлена сведениями о текущем положении каждой антенны или положением одной антенны и вектором, образованным двумя антеннами. Зная фактическое положение антенн, имеем возможность определять поперечный наклон кузова машины относительно реконструируемой оси пути. При этом не имеет значение ни направление работы электробалластера, ни его положение (прямое или обратное) на железнодорожном пути, ни представление проектных данных относительно направления километража.

Использование аппаратуры с двумя антеннами позволило сократить набор необходимых настроек для работы программного обеспечения электробалластера и упростить сам процесс запуска автоматизированной работы дорожной машины.



Рис. 1. Спутниковая геодезическая аппаратура

© В. М. Жидов, 2014

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ И МЕТОДИКА РЕКОНСТРУКЦИИ КООРДИНАТ ПУНКТОВ СПУТНИКОВОЙ СЕТИ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ В СИСТЕМЕ КООРДИНАТ СК-42

Николай Кириллович Шендрик

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, заведующий лабораторией космической геодезии кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. (383)361-01-59, e-mail: snk_aig@mail.ru

Выполнены расчеты и оценка точности положений пунктов сети, состоящей из 19 активных базовых станций Новосибирской области (АБС НСО) в системе координат СК-42. Предложена методика реконструкции координат пунктов в СК-42 на примере спутниковой сети АБС НСО. Построены поверхности деформаций координат в СК-42 и нормальных высот для территории расположения сети АБС НСО.

Ключевые слова: оценка точности, активные базовые станции (АБС), системы координат СК-42 и СК-95, реконструкция координат пунктов, поверхности деформаций координат и нормальных высот.

ACCURACY EVALUATION AND TECHNIQUES OF POINTS COORDINATE RECONSTRUCTION FOR NOVOSIBIRSK REGION BASE STATIONS SATELLITE NETWORK (IN REFERENCE SYSTEM SK-42)

Nikolay K. Shendrik

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Head of the Laboratory of Satellite Geodesy, Department of Physical Geodesy and Remote Sensing, tel. (383)361-01-59, e-mail: snk_aig@mail.ru

Computations and accuracy evaluation for network point positions are presented. The network consists of 19 active base stations of Novosibirsk region (in SK-42 reference system). The technique for reconstructing coordinate points in SK-42 by the example of satellite network of Novosibirsk region is offered. The strain surfaces of SK-42 coordinates and normal heights are constructed for territorial network of Novosibirsk region.

Key words: accuracy evaluation, active base stations, SK-42 and SK-95 reference systems, point coordinate reconstruction, surfaces of coordinates- and normal heights deformation.

В практике геодезических и кадастровых работ еще достаточно широко используются система координат СК-42. На основе СК-42 ранее были образованы местные системы координат (МСК) для сельских районов и населенных пунктов, которые не всегда совместимы между собой, не отвечают современным требованиям точности и технологии обработки геодезической, кадастровой и иной информации [1]. В частности, актуальной проблемой в Новосибирской области, в настоящее время, является преобразование координат пунктов и материалов съемок из различных МСК в новую региональную систему координат Новосибирской области (СК НСО), основанную на СК-95 [2,3]. Проблема

заключается в качестве исходных материалов, обусловленных, в первую очередь, характеристиками точности первоосновы – системы координат СК-42.

Целью настоящей работы является оценка точности координат пунктов сети АБС НСО первой очереди в системе координат СК-42 и построение поверхности деформаций координатного пространства на участке данной сети для выработки в дальнейшем рекомендаций с целью преобразований в СК-95.

По аналогии с [4] была выполнена геодезическая привязка 19 пунктов АБС НСО в системе координат СК-42. В процессе привязки были использованы в основном те же сеансы спутниковых измерений и пункты государственной геодезической сети (ГГС). Полученные результаты приведены ниже в табл. 1.

Таблица 1

Оценка точности геодезической привязки АБС НСО к пунктам ГГС из уравнивания по внутренней сходимости радиальным методом

Номер п/п	Имя точки	Средние квадратические погрешности (м)			Число исходных пунктов ГГС	
		m_x	m_y	$m_H^?$	В плане	По высоте
1	BARA	.030	.030	.032	12	12
2	BOLO	.033	.033	.038	14	12
3	CHER	.030	.030	.031	12	11
4	CHUL	.016	.016	.022	9	9
5	DOVO	.043	.043	.047	12	11
6	ISKT	.046	.046	.068	9	9
7	KARG	.031	.030	.034	12	11
8	KOCH	.023	.022	.037	10	10
9	KOCK	.051	.051	.052	12	12
10	KOLV	.049	.049	.089	7	7
11	KRAS	.020	.020	.016	8	12
12	MASL	.044	.044	.047	12	12
13	mhkv	.039	.039	.043	11	11
14	NSKW	.043	.043	.047	14	14
15	ORDN	.021	.020	.025	11	10
16	SUZU	.029	.029	.035	10	10
17	TOGU	.045	.045	.057	10	9
18	UBIN	.020	.020	.023	10	10
19	ZDVI	.019	.019	.019	12	12
Минимум		.016	.016	.016	7	7
Максимум		.051	.051	.089	14	14
Среднее		.033	.033	.040	10.9	10.7
С.К.П.		.011	.012	.018	-	-

Как видно из табл. 1, результаты геодезической привязки пунктов АБС НСО в СК-42 могут быть признаны вполне удовлетворительными и оказались достаточно близкими по точности к аналогичным результатам в СК-95 [5].

Средние значения для выборки из 19 пунктов составили ± 0.033 метра в плане и ± 0.040 метра по высоте. Полученные результаты, как для отдельных пунктов, так и для всей выборки из 19 пунктов уступают по значениям С.К.П. соответствующим показателям для СК-95 примерно в 1.5 раза, что не очень существенно. Полученная оценка точности геодезической привязки АБС НСО к ближайшим пунктам ГГС позволяла надеяться на приемлемую точность в СК-42 и для всей спутниковой геодезической сети базовых станций. Для этого были выполнены: 1) полностью ограниченное уравнивание спутниковой сети АБС НСО; 2) создание ключа преобразования между реконструированной СК-95 и СК-42; 3) создание калибровочного участка для ITRF2005 и СК-42. К сожалению, результаты оказались неудовлетворительными. С.К.П. единицы веса из полностью ограниченного уравнивания получена равной $\mu_0 = \pm 0.22$ м., по ключу преобразования - $m_x = \pm 0.28$ м и $m_y = \pm 0.34$ м и из калибровки - $m_x = \pm 0.24$ м и $m_y = \pm 0.34$ м не дают оснований для оптимизма в отношении СК-42 для данной геодезической сети. По высоте, благодаря подключению модели глобального геоида EGM2008, аналогичные погрешности оказались в 2-3 раза меньше.

В данной ситуации, для более детального анализа точности геодезических сетей и исправления имеющихся деформаций в координатах пунктов, автором предложена методика реконструкции систем координат низкой точности с использованием спутниковых измерений. Высокоточные спутниковые измерения, обеспечивающие относительные погрешности на уровне 10^{-6} метра, безусловно, могут служить инструментом для создания эталона для реконструкции координатного пространства геодезических сетей, имеющих, в силу каких-либо причин, деформации (ошибки) в координатах пунктов.

В основу предлагаемой методики положен итеративный процесс приближения координат пунктов реконструируемой геодезической сети к некоторым асимптотическим значениям, которые должны быть согласованы по точности со спутниковыми измерениями, выполненными на этих пунктах. В качестве начальных приближений координат пунктов могут быть взяты данные из каталогов или, как в нашем случае, результаты из геодезической привязки АБС НСО к пунктам ГГС. На каждой итерации путем перебора выполняется последовательное оценивание (уточнение) координат каждого пункта сети в процессе выполнения максимально ограниченного уравнивания. В качестве критерия сходимости целесообразно использовать выражение:

$$\text{Max}(m_i) \leq \varepsilon,$$

где $\text{Max}(m_i)$ - максимальная из С.К.П., вычисленная по всей выборке приращений для пунктов сети на i -ой итерации;

ε – заданная точность вычислений, сопоставимая с точностью спутниковых измерений.

Данная методика апробирована на спутниковой геодезической сети АБС НСО первой очереди, включающей 19 базовых станций (рис. 1). В качестве начальных значений координат взяты результаты, полученные из геодезиче-

ской привязки базовых станций к пунктам ГГС. Вычислительный эксперимент показал хорошо выраженную тенденцию к сходимости итерационного процесса. Всего было выполнено шесть итераций. После каждой выполненной итерации, С.К.П. приращений координат уменьшались в 2-3 раза и на шестой итерации практически стали близкими к нулевым значениям. Графики изменений С.К.П. приращений координат и нормальных высот, для каждой итерации, показаны ниже на рис. 2, а в приложениях 1 и 2, в табличном виде, – динамика изменения приращений абсцисс и ординат с оценкой точности.

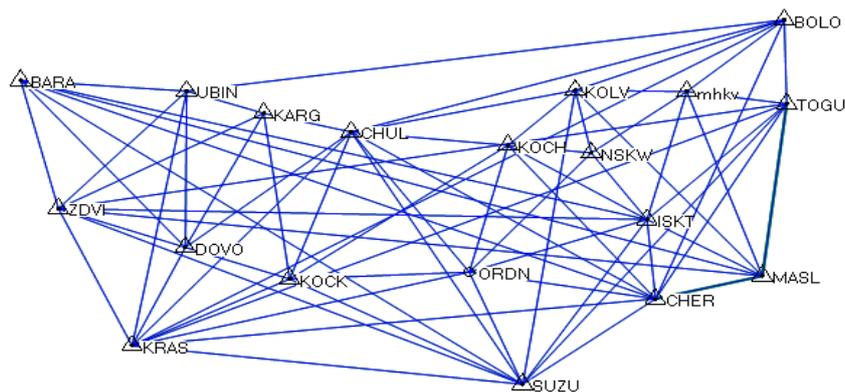


Рис. 1. Схема геодезической сети АБС НСО первой очереди

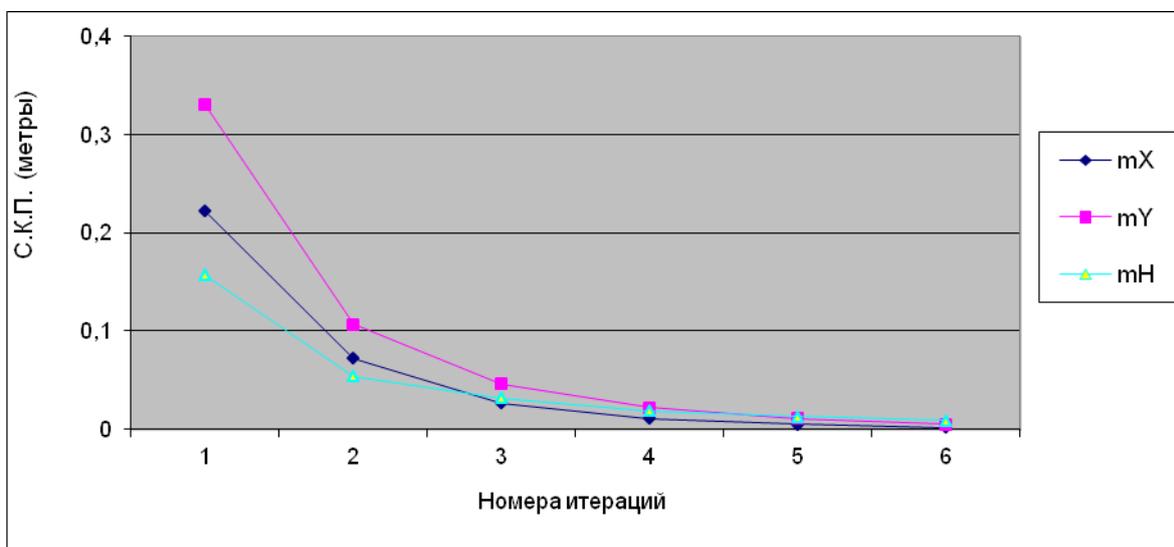


Рис. 2. Графики итеративного изменения С.К.П. приращений координат

Таким образом, приближенные (деформированные, неточные, грубые) координаты пунктов сети в результате итеративного процесса изменили свои значения таким образом, что пришли в соответствие с выполненными спутниковыми измерениями до субсантиметрового уровня точности. С целью контроля была выполнена калибровка координат пунктов сети АБС НСО для высокоточ-

ной системы ITRF2005 [6, 7] и реконструированной СК-42. С.К.П. вычисления калибровочных параметров составили: $m_x = \pm 5\text{мм}$, $m_y = \pm 3\text{мм}$ и $m_h = \pm 4\text{мм}$., что подтверждает правильность реализации предложенной методики.

На следующем этапе были вычислены разности координат между уточненными по предложенной методике и полученными из геодезической привязки значениями координат пунктов сети. Затем были построены, с помощью программы Surfer 8 [8], поверхности, отражающие деформации по каждой из координат в СК-42 (рис. 3 и 4) и нормальных высот (рис. 5).

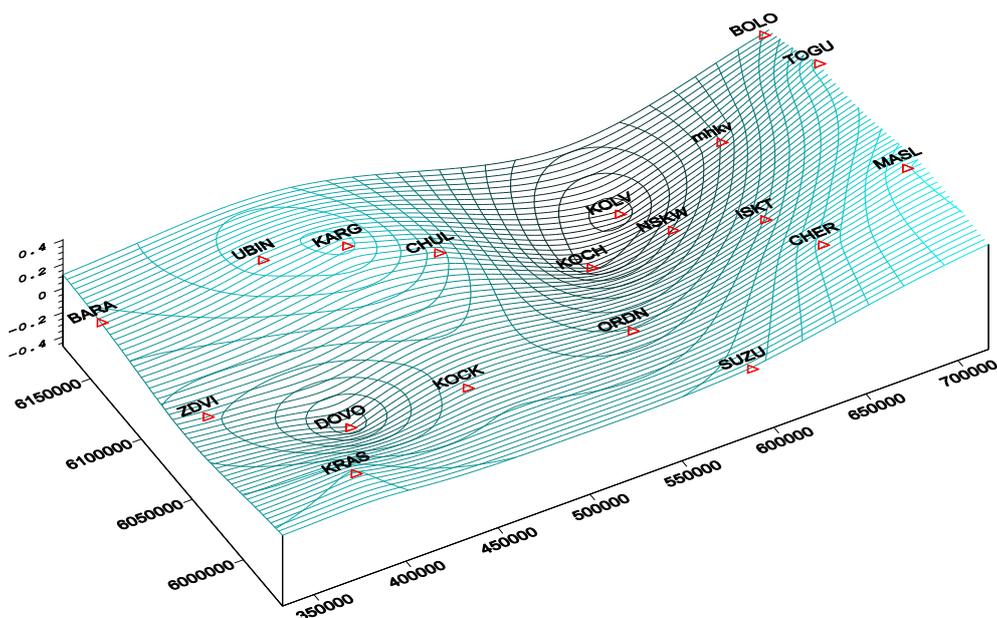


Рис. 3. Поверхность разностей реконструированных и из геодезической привязки абсцисс пунктов АБС НСО в СК-42

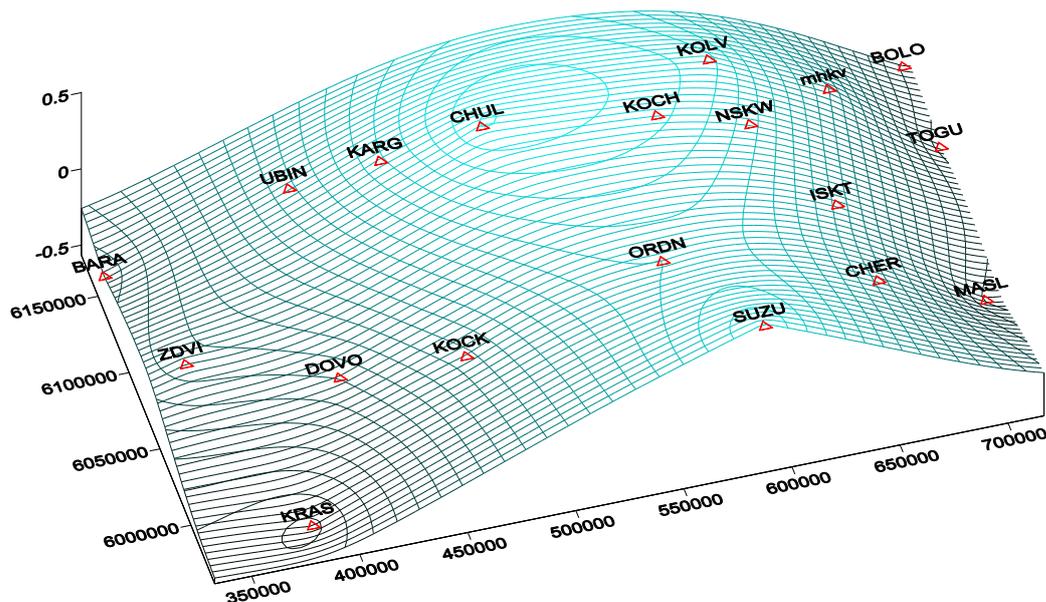


Рис. 4. Поверхность разностей реконструированных и из геодезической привязки ординат пунктов АБС НСО в СК-42

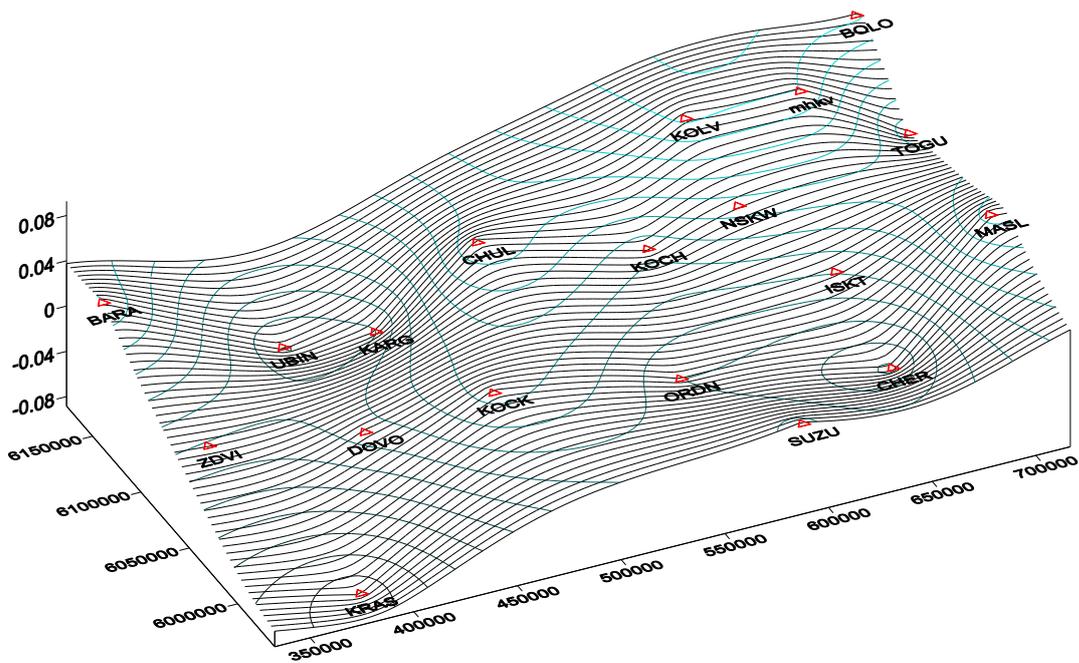


Рис. 5. Поверхность разностей реконструированных и из геодезической привязки нормальных высот пунктов АБС НСО

Как видно из представленных расчетов, амплитуды деформаций составили: по оси абсцисс 0.86 метра, по оси ординат 1.15 метра, а для нормальных высот, благодаря использованию модели геоида EGM2008, 0.17 метра. Построенные поверхности имеют нерегулярный характер, что не позволяет обеспечить необходимую точность пересчета координат из СК-42 в другие, более точные системы координат.

В дальнейшем, имея реконструированные координаты пунктов геодезической сети в СК-42, можно легко установить связь с другими точными системами координат, например, с реконструированной СК-95, ITRF, ГСК-2011 [4,5]. Преобразование существующих геодезических данных, топографических съемок, кадастровых планов из деформированной СК-42 и её аналогов в реконструированную СК-42 может происходить, очевидно, только с использованием цифровых моделей поправок.

Автор признателен инженеру Голдобину Д.Н. за профессиональные консультации при работе с программой Surfer 8.

ИТЕРАТИВНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ПРИРАЩЕНИЙ
АБЦИСС ПУНКТОВ

Номер п/п	Имя пункта	НОМЕРА ИТЕРАЦИЙ					
		1	2	3	4	5	6
1	BARA	.059	.015	.008	.003	.002	.000
2	BOLO	-.071	.072	-.007	.011	-.001	.001
3	CHER	.158	.051	-.002	.010	-.002	.002
4	CHUL	.152	-.070	.009	-.009	.000	-.001
5	DOVO	-.357	.098	-.009	.011	.000	.002
6	ISKT	-.016	.018	-.004	.001	-.001	.000
7	KARG	.271	-.016	.015	.003	.004	-.001
8	KOCH	-.335	-.031	-.032	-.013	-.004	-.003
9	KOCK	.023	-.029	-.009	.000	-.004	.001
10	KOLV	-.434	.005	-.049	.004	-.008	.001
11	KRAS	.127	-.049	.036	-.014	.009	-.003
12	MASL	.429	-.085	.058	-.011	.010	-.002
13	mhkv	-.175	-.002	-.022	.002	-.002	-.001
14	NSKW	-.064	-.204	.001	-.029	-.001	-.004
15	ORDN	-.068	.013	-.039	.003	-.008	.000
16	SUZU	.065	-.005	.022	-.006	.005	-.002
17	TOGU	.132	.070	.011	.013	.000	.003
18	UBIN	.213	-.022	.035	.003	.004	.002
19	ZDVI	-.148	.104	-.020	.017	-.002	.003
Минимум		-.434	-.204	-.049	-.029	-.008	-.004
Максимум		.429	.104	.058	.017	.010	.003
Среднее		-.002	-.004	.000	.000	.000	.000
С.К.П.		.222	.072	.027	.011	.005	.002

Примечание. Значения приращений координаты даны в метрах.

ИТЕРАТИВНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ПРИРАЩЕНИЙ ОРДИНАТ ПУНКТОВ

Номер п/п	Имя пункта	НОМЕРА ИТЕРАЦИЙ					
		1	2	3	4	5	6
1	BARA	-.315	.056	-.111	.035	-.026	.010
2	BOLO	-.426	.090	-.098	.037	-.025	.009
3	CHER	.036	-.068	.031	-.022	.012	-.007
4	CHUL	.489	-.034	.047	-.012	.013	-.004
5	DOVO	-.216	-.014	-.018	-.006	.000	-.002
6	ISKT	.052	-.004	-.010	.000	.000	-.001
7	KARG	.287	.059	-.085	.038	-.024	.010
8	KOCH	.232	.111	.038	.025	.000	.007
9	KOCK	-.223	.106	.035	-.003	.014	-.003
10	KOLV	.284	.063	.018	.000	.006	-.002
11	KRAS	-.668	.135	-.069	.034	-.017	.009
12	MASL	-.428	.029	-.052	-.002	-.010	.002
13	mhkv	.125	-.139	.040	-.025	.006	-.004
14	NSKW	.058	.163	.018	.025	.003	.003
15	ORDN	.123	.059	.041	.015	.005	.004
16	SUZU	.467	-.080	.021	-.003	.000	.002
17	TOGU	-.337	-.096	-.020	-.022	.000	-.005
18	UBIN	.352	-.250	.038	-.069	.020	-.015
19	ZDVI	-.076	-.109	-.011	-.025	.006	-.008
Минимум		-.668	-.250	-.111	-.069	-.026	-.015
Максимум		.489	.163	.047	.038	.020	.010
Среднее		-.010	.004	-.008	.001	-.001	.000
С.К.П.		.330	.107	.052	.028	.014	.007

Примечание. Значения приращений координаты даны в метрах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вдовин А. И. Методика повышения точности пересчета координат на основе применения моделей деформации ГГС // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. ма-

териалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 1, ч. 1. – С. 51–56.

2. Вдовин, А. И., Титов С. С. Альтернативная методика пересчета координат между СК-42 и СК-95 // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 171–175.

3. Карпик А. П., Ламерт Д. А., Обиденко В. И. Реализация «дорожной карты»: пути повышения качества пространственного описания объектов государственного кадастра недвижимости // Геодезия и картография. – 2013. – № 12. – С. 45–49.

4. Шендрик Н. К. К точности положений пунктов ПДБС Новосибирской области в государственной системе координат и высот // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 3. – С. 21–27.

5. Шендрик Н. К. Исследование точности геодезической сети активных базовых станций Новосибирской области в государственной системе координат и высот // Геодезия и картография. – 2014. – № 1. – С. 2–7.

6. Шендрик Н. К. Об использовании пунктов Международной геодинамической сети и системы координат ITRF для геодезического обеспечения территорий // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 2. – С. 230–235.

7. Шендрик Н. К. Возможности использования пунктов Международной геодинамической сети и системы ITRF для геодезического обеспечения территории Новосибирской области // Геодезия и картография. – 2013. – № 12. – С. 2–5.

8. Силкин К. Ю. Геоинформационная система Golden Software Surfer 8 // Учебно-методическое пособие для вузов. – Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2008. – С. 1–65

© Н. К. Шендрик, 2014

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ТОЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАССОВОЙ АППАРАТУРЫ ПОТРЕБИТЕЛЯ ГНСС

Александр Петрович Карпик

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор, ректор, тел. (383)343-39-37, e-mail: rektor@ssga.ru

Леонид Алексеевич Липатников

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, младший научный сотрудник, тел. +7 923-227-89-57, e-mail: lipatnikov_1@mail.ru

В современных условиях тема точного позиционирования привлекает всё большее внимание специалистов и ученых. Целью настоящего исследования является популяризация идеи точного позиционирования с применением массовых технических средств, к которым можно отнести большинство современных смартфонов и автомобильных навигационных устройств. В статье обозначены некоторые задачи, решение которых позволит сделать значительный шаг вперед в области навигации и расширить спектр применения технических средств.

Ключевые слова: глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС), массовая аппаратура потребителя, наземная инфраструктура, навигация, топография.

PROBLEMS AND PERSPECTIVES OF PRECISE POSITIONING USING LOW-GRADE GNSS DEVICES

Alexander P. Karpik

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Doctor of Engineering, professor, rector, tel. (383)343-39-37, e-mail: rektor@ssga.ru

Leonid A. Lipatnikov

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., junior researcher, tel. +7 923-227-89-57, e-mail: lipatnikov_1@mail.ru

Nowadays the theme of precise positioning is attracting increasing attention of specialists and scientists. The aim of the presented research is popularization of precise positioning using low-grade GNSS modules that are applied in smartphones and car navigation systems. Some problems to be solved to make a significant step forward in the field of navigation and create new application opportunities for that class of hardware are discussed.

Key words: Global Navigation Satellite Systems (GNSS), low-grade devices, ground infrastructure, navigation, topography.

Одним из актуальных направлений развития глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) является повышение точности позиционирования объектов с использованием аппаратуры потребителей, ориентированной на массовое применение. В настоящее время появляется возможность значитель-

ного повышения точности позиционирования с помощью средств, доступных широкому кругу пользователей, не являющихся профессионалами в области геодезии и навигации. Прежде всего, такая возможность связана с адаптацией дифференциального метода позиционирования, который предполагает использование корректирующей информации, получаемой от наземной инфраструктуры ГНСС. Расширение доступности этой инфраструктуры для различных групп пользователей – это важный этап совершенствования геодезического обеспечения устойчивого развития территорий, сложной задачи, рассмотренной в работах [1, 2]. Необходимо отметить, что решение данной задачи, в частности развитие инфраструктуры, а также выполнение геодезических работ наивысшей точности в ближайшие десятилетия останется прерогативой высококвалифицированных геодезистов.

Примером наземной инфраструктуры ГНСС является геодезическая сеть активных базовых станций Новосибирской области [3, 4, 5], созданная Сибирской государственной геодезической академией (СГГА), коллектив которой обладает значительным опытом практической работы и теоретических исследований в области космической геодезии [6, 7].

Наземная инфраструктура ГНСС и дифференциальный метод позиционирования на протяжении многих лет активно применяются при выполнении геодезических работ. Однако их возможное применение в сочетании с массовой аппаратурой потребителя ГНСС создаёт некоторую специфику, которую необходимо учитывать.

В зависимости от назначения и применяемых методов позиционирования аппаратура потребителя ГНСС подразделяется на несколько классов, подробно описанных в [8 с. 153–158]. В частности, выделяют аппаратуру геодезическую, топографическую и навигационную (для космической, воздушной, морской, автомобильной и персональной навигации). Можно также условно разделить аппаратуру на профессиональную и массовую. Массовая аппаратура предназначена для широкого круга пользователей, не требует от них профессиональной подготовки, доступна по цене и в последние годы нашла широкое применение. К массовой аппаратуре потребителя ГНСС можно отнести устройства для персональной, автомобильной навигации и контроля автотранспорта. Примерами являются:

- средства мобильной связи и миниатюрные компьютеры, оснащённые навигационными модулями;
- телеметрические терминалы систем мониторинга автотранспорта, в том числе системы «ЭРА-ГЛОНАСС»;
- специализированные устройства персональной и автомобильной навигации.

Перечисленные средства обладают следующими особенностями.

Комплексность. Современные массовые средства позиционирования включают помимо модулей ГНСС другие виды датчиков: акселерометры, гироскопы, наклонометры, магнитометры, видеокамеры, баровысотометры, а также

средства связи. Совместное использование разнородной измерительной и корректирующей информации создаёт возможности повышения точности и устойчивости оценок местоположения объекта и его ориентировки, а также возможности автономного позиционирования в отсутствие сигнала ГНСС [9].

Массовость. Разработчики данного класса устройств вынуждены в большей мере ориентироваться на следующие целевые характеристики продукта: приемлемую стоимость, простоту эксплуатации, эргономичность, компактность, энергоэффективность. Такой подход сказывается на составе и качестве измерительной информации. Аппаратура данного класса, как правило, позволяет выполнять только одночастотные ГНСС-измерения, которые характеризуются высоким уровнем шума и подвержены влиянию отражённых сигналов (многопутности).

Ограничения точности измерений обусловлены, с одной стороны, компромиссными техническими решениями, заложенными при создании массовой аппаратуры. С другой стороны, существуют нормативные ограничения [10], связанные с контролем распространения технологий военного и двойного назначения.

В настоящее время точность позиционирования абсолютным методом в режиме реального времени с использованием массовой аппаратуры потребителя характеризуется среднеквадратическими погрешностями определения координат порядка нескольких метров. При использовании корректирующей информации, оперативно получаемой по каналам мобильной связи от наземной инфраструктуры ГНСС, возможно значительное уменьшение погрешностей – до дециметрового уровня в режиме Real Time Kinematic (RTK). Это потребует решения ряда проблем, к которым относятся:

- адаптация методов дифференциальной коррекции ГНСС для массового применения, оптимизация объёма корректирующей информации, передаваемой по сетям мобильной связи;
- уменьшение влияния многопутности навигационных радиосигналов, ионосферной задержки и других внешних факторов на результаты позиционирования;
- учёт положения фазовых центров принимающих антенн и других факторов, обусловленных конструктивными особенностями массовой аппаратуры потребителя ГНСС;
- разработка методов гарантированной оценки точности позиционирования.

На последующих этапах функциональность массовых средств позиционирования может быть значительно расширена за счёт решения следующих задач:

- разработка оптимальной методики фильтрации разнородной измерительной информации, получаемой с помощью ГНСС, инерциальных навигационных систем и других, для повышения точности и робастности позиционирования, а также обеспечения возможности автономной навигации при кратковременном отсутствии сигналов ГНСС;

– совершенствования моделей гравитационного поля и их применение для определения нормальных высот на дециметровом уровне точности [11].

Повышение точности позиционирования и определения нормальных высот с помощью массовой аппаратуры потребителя ГНСС до дециметрового уровня позволит значительно расширить сферу применения такой аппаратуры. Рассмотрим некоторые специфические задачи, решение которых становится возможным в этом случае.

Точный контроль автотранспорта: выявление случаев нарушения правил дорожного движения в процессе мониторинга транспорта, а также при разборе дорожно-транспортных происшествий.

Доступная топография: возможно применение массовой аппаратуры в качестве более дешёвой альтернативы профессиональной аппаратуре топографического класса широким кругом пользователей. В частности такая аппаратура может применяться при создании и редактировании сообществом пользователей открытых онлайн-карт, таких как OpenStreetMap [12], Wikimapia [13] и других. Широкое внедрение данного класса средств позиционирования позволит вывести процесс создания и редактирования открытой картографической информации на качественно новый уровень.

Точная персональная навигация может применяться, например, при поиске небольших малозаметных или скрытых под грунтом, водой или снегом объектов: центров геодезических пунктов, подземных или подводных коммуникаций, скважин и так далее. Точная персональная навигация будет востребована в первую очередь на сложных объектах: промышленных площадках, железнодорожных станциях, объектах энергетики и других.

Решение некоторых инженерных задач, в частности при геодезическом обеспечении производства земляных работ. Применение массовых средств точного позиционирования в данном случае позволит выполнять значительную часть таких работ при минимальном участии специалистов в области геодезии.

Результаты исследований по совершенствованию массовых средств точного позиционирования в дальнейшем могут быть применены при разработке систем помощи водителю, систем навигации сельскохозяйственной техники для «точного земледелия», систем управления перспективных беспилотных комплексов – от миниатюрных летательных аппаратов до автомобилей. Однако основным, наиболее важным результатом обеспечения широкой доступности позиционирования на дециметровом уровне точности станет перераспределение ролей на рынке геоинформации. Решение более широкого спектра задач станет доступно самим потребителям геоинформации: строителям, геологам, персоналу сложных технических объектов, работникам коммунальных служб, а также любым другим пользователям массовых средств позиционирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпик А. П., Лисицкий Д. В. Современная геодезия в эпоху глобализации // ГЕО-Сибирь-2010. Пленарное заседание: сб. матер. VI Междунар. научн. конгр (19–29 апреля 2010 г.) Новосибирск: СГГА, 2010. – С. 4–6.

2. Карпик А. П. Системная связь устойчивого развития территорий с его геодезическим информационным обеспечением // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 1 (12). – С. 3–13.
3. Карпик А. П., Сапожников Г. А., Дюбанов А. В. Реализация проекта наземной инфраструктуры глобальной навигационной спутниковой системы «ГЛОНАСС» на территории Новосибирской области // ГЕО-Сибирь-2010. Пленарное заседание : сб. матер. VI Междунар. научн. конгр (19–29 апреля 2010 г.) Новосибирск: СГГА, 2010. – С. 57–62.
4. Определение координат пунктов сети базовых станций Новосибирской области в общеземной системе координат / А. П. Карпик, А. П. Решетов, А. А. Струков, К. А. Карпик // VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 1, ч. 1. – С. 3–8.
5. Карпик А. П., Дюбанов А. В., Твердовский О. В. Обзор состояния, использования и развития сетей референцных станций на основе инфраструктуры ГЛОНАСС в России // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр., 10–20 апреля 2012 г., Новосибирск : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. Т. 1. – Новосибирск : СГГА, 2012. – С. 184–190.
6. Сурнин Ю. В. История создания и развития межкафедральной научно-исследовательской лаборатории космической геодезии (воспоминания научного руководителя лаборатории) // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 2 (13). – С. 128–145.
7. Антонович К. М. Первые GPS/ГЛОНАСС измерения в СГГА // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 2 (13). – С. 146–151.
8. Антонович, К. М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии: монография. В 2 т. Т. 1. – М.: Картгеоцентр, 2005. – 334 с.
9. Абсолютное кинематическое позиционирование одночастотным фазовым ГНСС-приемником, интегрированным с инерциальными датчиками / К. М. Антонович, Н. С. Косарев, Д. Ю. Першин, А. С. Щербаков // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/с. – С. 3–8.
10. Указ Президента РФ от 17 декабря 2011 г. № 1661 «Об утверждении Списка товаров и технологий двойного назначения, которые могут быть использованы при создании вооружений и военной техники и в отношении которых осуществляется экспортный контроль».
11. Сурнин Ю. В. О создании активной координатно-гравитационной основы на ограниченном участке земной поверхности с помощью ГЛОНАСС/GPS-измерений // VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 1, ч. 2. – 2011. – С. 203–214.
12. OpenStreetMap [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.openstreetmap.org/about>
13. Wikimapia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://wikimapia.org/about>

© А. П. Карпик, Л. А. Липатников, 2014

ВЫБОР ГНСС АППАРАТУРЫ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ТОЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

Ирина Геннадьевна Ганагина

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. 8(383)361-01-59, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

Николай Сергеевич Косарев

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, инженер НИС, аспирант кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. 8-913-706-9195, e-mail: kosarevnsk@yandex.ru

Рамис Фаридович Темирбулатов

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. 8-383-361-01-59, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

В работе рассмотрены возможности (спутниковой) ГНСС-аппаратуры для реализации точного позиционирования подвижных объектов.

Ключевые слова: ГНСС, навигационное оборудование, точное позиционирование подвижных объектов, OEM – модули.

SELECTION OF GNSS EQUIPMENT FOR PRECISE POSITIONING OF MOVING OBJECTS

Irina G. Ganagina

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, Plakhotnogo St., 10, PhD, Assoc Prof, head of physical geodesy and remote sensing department, tel. 8(383)361-01-59, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

Nikolay S. Kosarev

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, Plakhotnogo St., 10, engineer, post-graduate students of physical geodesy and remote sensing department, tel. 8(913)706-9195, e-mail: kosarevnsk@yandex.ru

Ramis F. Temirbulatov

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, Plakhotnogo St., 10, graduate students of physical geodesy and remote sensing department, tel. 8(383)361-01-59, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

Capabilities of (satellite) GNSS-equipment for precise positioning of moving objects are considered.

Key words: GNSS, navigation equipment, precise positioning of moving objects, OEM-modules.

Обеспечение безопасности жизнедеятельности населения является самым важным приоритетным направлением в любом правовом государстве. В связи с

этим и в рамках Федерального Закона (ФЗ) № 395 от 1 января 2014 года «О государственной информационной системе «ЭРА-ГЛОНАСС» сотрудниками Сибирской государственной геодезической академии планируется реализовать систему точного позиционирования подвижных объектов на территории Новосибирской области [1]. В дальнейшем разработанные методологические и технологические принципы могут быть использованы в других субъектах Российской Федерации (РФ).

Задачи высокоточного позиционирования подвижных объектов возникают в таких областях производственной деятельности как автомобильные, речные и железнодорожные перевозки, добыча полезных ископаемых, сельское хозяйство, кинематические измерения линейных объектов, мобильная картография и ГИС, гидрография, геология и геофизика и многие другие [2, 3].

Назначение точного позиционирования подвижных объектов – это, в первую очередь, обеспечение безопасности населения при управлении транспортными средствами, которое подразумевает непрерывный мониторинг за перемещениями транспорта, отслеживание любых транспортных потоков. Благодаря точному позиционированию подвижных объектов возможно выявление нарушений правил дорожного движения (пересечение двойной сплошной линии, проезд автомобиля на красный свет и др.).

Применение точного позиционирования в сельском хозяйстве наиболее перспективно для обеспечения параллельного вождения агрегатов, для защиты растений и внесения удобрений с заданным смещением относительно предыдущего прохода. При использовании системы глобального позиционирования технологические операции выполняются с минимальными перекрытиями, экономится рабочее время, удобрения и средства защиты растений.

Точное позиционирование подвижных объектов в речном судоходстве позволит проводить суда по фарватеру при любом уровне реки.

Для решения поставленных задач необходимо иметь дециметровую точность определения координат в режиме реального времени [4]. Подобную точность координат с использованием спутниковых технологий можно получить, используя только дорогостоящую фазовую ГНСС аппаратуру, в дифференциальном режиме, при этом необходимо наличие как минимум двух приёмников: базового и мобильного. Недорогой комплект фазовых ГНСС приёмников стоит порядка 1 млн. руб.

Кроме спутниковой аппаратуры для реализации точного позиционирования в сельском хозяйстве необходимы системы параллельного вождения. Использование систем параллельного вождения облегчает работу оператора, позволяя работать в темное время суток и в условиях плохой видимости. Системы параллельного вождения подразделяются на [5]:

- курсоуказатели;
- системы подруливания;
- устройства автопилотирования.

Курсоуказатели являются наиболее простыми устройствами и показывают на светодиодной панели или жидкокристаллическом экране отклонение агрегата от требуемой траектории [5].

Системы подруливания подключаются к рулевому управлению машины и самостоятельно ведут агрегат по заданной траектории. Системы же автопилотирования обеспечивают автоматическое управление агрегатом, включая работу в загоне и развороты.

Стоимость курсоуказателей – 10000 - 25000 руб., систем подруливания – 650000 руб., систем автопилотирования – порядка 2 млн. руб.

Благодаря созданной на территории Новосибирской области сети активных базовых станций (АБС), появилась возможность в режиме реального времени (Real Time) получать заявленные точностные характеристики с использованием одночастотных фазовых ГНСС приёмников. Сеть генерирует поправки на основе сетевого решения, тем самым позволяя получать дециметровую точность определения координат одночастотным приёмником в режиме реального времени [6, 7]. Стоимость одночастотных приёмников на порядок ниже двухчастотных. Бюджетный одночастотный приемник стоит порядка 100000 рублей. Подобная стоимость не устраивает широкий круг пользователей, и не позволяет внедрять системы точного позиционирования для массового использования.

За последние 5 – 6 лет рынок геодезического оборудования претерпел существенные изменения. Эти изменения обусловлены, прежде всего, бурным развитием таких смежных отраслей наук, как приборостроение, электротехника и электроника. Благодаря подобным разработкам, на рынке навигационного оборудования появились недорогие миниатюрные OEM – модули, которые позволяют получать фазовые одночастотные данные систем ГЛОНАСС и GPS. Выпуском подобных недорогих OEM – модулей занимаются отечественные и зарубежные фирмы: Ublox (Швейцария), КБ Навис (Россия), Гео-Стар Навигация (Россия) и др. [8]. В табл. 1 приведены технические характеристики недорогих OEM – модулей.

Таблица 1

Технические характеристики некоторых недорогих OEM – модулей

	NV08C-CSM КБ Навис (Россия)	NEO-M8 Ublox (Швейцария)
Внешний вид		
Габариты	20x26 мм	16×12,2×2,4 мм
Технические характеристики	32 канала	72 канала
Частота выдачи данных	10 Гц	10 Гц

Экспериментальные исследования одиночного точечного позиционирования подвижного объекта с применением 50-канального приёмника Ublox Antaris LEA-6T (Швейцария) с учётом данных инерциального датчика IMU Sparkfun 9DOF (рис. 1 и 2) представлены в работах [9, 10].



Рис. 1. Приёмник спутниковой навигации Ublox AntarisLEA-6T и инерциальный датчик Sparkfun 9DOF



Рис. 2. Комплекс GPS+IMU, размещённый на крыше автомобиля

Для оценки точности метода на крыше автомобиля была установлена спутниковая ГНСС антенна Zephyr Geodetic двухчастотного приёмника Trimble 5700. В качестве базовой станции использовался приёмник Trimble 5700.

Исследования проводились на эталонной трассе протяжённостью 48 километров. Среднеквадратичное отклонение решения, полученного с помощью метода одиночного точечного позиционирования, от решения, полученного при помощи двухчастотного приёмника, составило 72.2 сантиметра. При этом среднеквадратичное отклонение решения без использования инерциальных данных

от решения, полученного при помощи двухчастотного приёмника, составило 96.4 сантиметра [11].

Таким образом, задача точного позиционирования подвижных объектов может быть решена за счёт использования недорогим OEM – модулей отечественного или зарубежного производства. С учётом дифференциальных поправок от сети АБС возможно получить точность определения координат на уровне первых дециметров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. N 395-ФЗ «О Государственной автоматизированной информационной системе «ЭРА-ГЛОНАСС» [Элект. ресурс]: Режим доступа: <http://www.rg.ru/2013/12/30/ghonass-dok.html> .

2. Навигационно-геодезическое обеспечение аэрогеофизических исследований / Тригубович Г. М., Шевчук С. О., А. А. Белая, А. В. Чернышёв, С. В. Барсуков, Н. С. Косарев // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2013. – № 2 (14). – С. 61–70.

3. Шевчук С. О., Косарев Н. С. Применение метода точного точечного позиционирования (PPP) для геодезического обеспечения аэроэлектроразведочных работ // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 2. – С. 239–244.

4. Антонович К. М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии: монография. В 2 т. – М.: Картоцентр, 2005. – 334 с.; 2006. – 360 с.

5. Пугачёв П. М. Обзор систем параллельного вождения [Текст] / П. М. Пугачёв, А. В. Сорокин, Д. П. Сабуров // Журнал АГРОСНАБФОРУМ - 2010, Вып. 5, г. Москва, 2010. – С. 66–67.

6. Проект сети активных станций для Новосибирской области / А. П. Карпик, К. М. Антонович, С. А. Ванин и др. // 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. 68–74.

7. Реализация проекта наземной инфраструктуры глобальной навигационной спутниковой системы «ГЛОНАСС» на территории Новосибирской области / А. П. Карпик, Г. А. Сапожников, А. В. Дюбанов // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Пленарное заседание. – С. 54–56.

8. Иванов В. Обзор российского рынка ГЛОНАСС/ GPS модулей // Журнал беспроводные технологии – 2008, Вып. 3, г. Москва, 2008. – С. 41–43.

9. Абсолютное кинематическое позиционирование одночастотным фазовым ГНСС - приемником, интегрированным с инерциальными датчиками / К. М. Антонович, Н. С. Косарев, Д. Ю. Першин, А. С. Щербаков // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъёмка. – 2013. – № 4/с. – С. 3–8.

10. Першин Д. Ю., Щербаков А. С. Определение местоположения высокой точности для одночастотных приёмников спутниковой навигации с использованием инерциальных датчиков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iis.nsk.su/files/Rep_PIS_2011.pdf.

11. Першин Д. Ю., Щербаков А. С. Улучшение точности местоположения одночастотных ГНСС приёмников при помощи инерциальных датчиков // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 3. – С. 3–7.

© И. Г. Ганагина, Н.С. Косарев, Р. Ф. Темирбулатов, 2014

УДК 528.28:

СОВРЕМЕННАЯ МЕТОДИКА СОВМЕСТНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ АСТРОНОМИЧЕСКИХ КООРДИНАТ

Александр Сергеевич Глазунов

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доцент кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. (383)361-01-59, e-mail: aleks50@mail.ru

В статье рассмотрена методика совместных определения астрономических координат по отсчетам вертикального и горизонтального круга для одних и тех же моментов времени. Определения выполнены по наблюдениям пар Комбинированного разностно-зенитального способа и способа Цингера. Приведены примеры записи наблюдений, формулы вычисления широты и долготы и результаты определений. Сделан вывод о перспективности таких определений.

Ключевые слова: определение астрономических координат; методики астрономических определений; повышение точности и производительности астрономических определений.

MODERN TECHNIQUES FOR JOINT DETERMINATION OF ASTRONOMIC COORDINATES

Alexander S. Glazunov

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Assoc Prof, Department of Physical Geodesy and Remote Sensing, tel. (383)361-01-59, e-mail: aleks50@mail.ru

The techniques for joint determination of astronomic coordinates by horizontal and vertical circles readings for the same time moments are considered. Determinations were carried out by observations of the combined zenith-difference method and Zinger's method. Examples of the recorded observations, formulas for longitude and latitude computations and determinations results are presented. The conclusion for these determinations prospects is made.

Key words: astronomic coordinates determination, techniques for astronomic determinations, increase in accuracy and efficiency of astronomic determinations.

Новые геоинформационные технологии требуют знания высот квазигеоида с сантиметровой точностью [1]. Повысить точность определения высот квазигеоида можно за счёт повышения точности астрономических определений – составной части астрономо-геодезического и астрономо-гравиметрического нивелирования. Задача повышения точности астрономических определений ставилась ещё Ф.Н.Красовским, а также другими исследователями, при этом также важно повысить производительность астрономических определений [1-8].

В настоящее время повышению точности и производительности способов астрономических определений координат и азимутов способствует появление принципиально новых технических средств наблюдений, новых методов астрономических определений и методов обработки результатов определений; методов учёта инструментальных постоянных и внешних влияний [9 - 11]. Теодоли-

ты с электронной системой отсчитывания кругов и компенсаторами наклона позволяют модернизировать способы определений астрономических координат и азимутов. Преимуществами автоматизации отчётов является большая скорость и точность, исключение личных ошибок наблюдателя при отсчитывании кругов, запись отчётов в цифровом виде в память прибора, что позволяет вести их дальнейшую обработку на компьютере. Наличие точного компенсатора наклона позволяет исключить необходимость отсчитывания по уровню, что также способствует уменьшению личных и инструментальных ошибок и повышает производительность определений. Возможность одновременно отсчитывать горизонтальный и вертикальный круги позволят совмещать зенитальные и азимутальные способы астрономических определений. При этом в зависимости от наблюдения пар звезд вблизи меридиана или первого вертикала можно получать по отсчетам вертикального круга широту или долготу, а по отсчетам горизонтального круга наоборот — долготу или широту. Соответствующие способы описаны в [6, 11].

Весной 2007 нами выполнены опытные определения широты и долготы на астрономической площадке СГГА. Определения астрономических координат выполнялись тахеометром SET2C. Характеристики тахеометра приведены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики тахеометра SET2C

Характеристика	Значение
Увеличение	30 [×]
Разрешающая способность	3"
Разрешение дисплея	1"
Точность (по DIN 18723)	2"
Время измерения	<0,5 сек
Компенсатор	Двухосевой

Наблюдались пары Комбинированного разностно-зенитального способа (КРЗС) [6] и Цингера. По отсчетам вертикального круга и времени по звездам пар КРЗС определялась широта, по отсчетам горизонтального круга и времени — долгота. Идея определений долготы по азимутальным наблюдениям пар Певцова, входящих в КРЗС и близким к ним по условиям выбора, дана в [11]. Для электронного тахеометра её можно представить следующим образом: при появлении звезды в поле зрения выполняется наведение на неё центром сетки нитей с отсчетом времени, а затем вертикального и горизонтального кругов. Таких отсчетов делается несколько. При наличии двухосевого компенсатора отсчетов по уровню выполнять не требуется. В табл. 2 приведен пример записи наблюдений пары КРЗС.

Журнал определения широты и долготы по паре КРЗС

Дата: 17.03.2007г; $u = 18^h 10^m 14.55^s$; $t^\circ = -3,4^\circ$; $P = 760,4$

№ Отсчёта	Звезда №526-N Время	Отсчёты круга	Звезда № 126-S Время	Отсчёты круга
1	$0^h 46^m 07.95^s$	Вк $49^\circ 21' 19''$ Гк 160 14 54.5	$0^h 50^m 29.06^s$	$50^\circ 38' 46''$ 26 19 21
2	0 46 43.78	Вк 49 23 09 Гк 160 18 20	0 50 58.46	50 40 28 26 28 28
3	0 47 15.27	Вк 49 24 38.5 Гк 160 21 17	0 51 23.38	50 42 12 26 36 16.5

Вычисление широты по каждой паре выполнялось по формуле [6]

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\cos \delta_2 \cos t_2 \cos \Delta Z - \cos \delta_1 \cos t_1 - \sin Z_2 \cos \Delta Z}{\sin \delta_1 - \sin \delta_2 \cos \Delta Z} / \cos \varphi_0.$$

Каждому значению широты назначался вес $P_i = (\cos A_N - \cos A_S)^2$ и окончательное значение φ получено как средневесовое.

Долгота по отсчетам горизонтального круга вычислялась по формулам [11]
 $\lambda_i = \lambda_0 + \Delta \lambda_i$; $\Delta \lambda_i = y_i / 15 \cos \varphi$;

$$y = \frac{[(A_{0N} - A_{0S}) - (N'_N - N'_S)] \operatorname{tg} z}{\cos A_N - \cos A_S},$$

где A_{0NS} - вычисленные значения азимутов звезд, а N'_{NS} - измеренные направления на звезды по горизонтальному кругу. Вес y_i равен $P_i = 2 \cos^2 A_N \cos^2 z$.

Окончательное значение долготы пункта будет получено из выражения

$$\lambda = \lambda_0 + y_{\text{ср}} / 15 \cos \varphi,$$

где $y_{\text{ср}}$ - средневесовое значение.

Также исследовалась возможность совместного определения долготы и широты по парам Цингера. Долгота определялась по отсчетам вертикального круга (разностно-зенитальные определения), а широта по отсчетам горизонтального круга (азимутальные определения). Пример записи наблюдений приведен в табл. 3.

Таблица 3

Журнал определения долготы и широты по паре Цингера

Дата: 26.03.2007г; $u = 19^h 12^m 26.46s$; $t^\circ = +3,2^\circ$; $P = 749$

№ Отсчёта	Звезда №263-Е Время	Отсчёты круга	Звезда № 95-W Время	Отсчёты круга
1	$01^h 01^m 32.22^s$	Вк $33^\circ 48' 54.5''$ Гк 269 58 56	$01^h 04^m 51.44^s$	$33^\circ 57' 36''$ 89 34 02
2	01 01 57.88	Вк 33 45 17 Гк 270 04 02	01 05 24.97	34 02 24 89 41 08
3	01 02 24.34	Вк 33 4122.5 Гк 270 09 34.5	01 05 54.36	34 06 43 89 47 07.5

Вычисление долготы выполняется по видоизменённым формулам С. С. Уралова [11] и Руководства [12]

$$\lambda_i = \lambda_0 + \Delta\lambda_i; \quad \Delta\lambda_i = y_i / 15 \cos \varphi;$$

$$y_i = [(Z_E - Z_W)_{\text{выч}} - (Z_E - Z_W)_{\text{изм}}] / (\sin A_W - \sin A_E).$$

Широта вычислялась по формулам [11]

$$x = \frac{[(A_{0W} - A_{0E}) - (N'_W - N'_E)] \operatorname{tg} z}{\sin A_E - \sin A_W} \quad \text{с весом } P = 2 \sin^2 A_E \cos^2 z,$$

где A_{0WE} – вычисленные значения азимутов звезд, а N'_{WE} – измеренные направления на звезды по горизонтальному кругу. Окончательное значение широты получим из выражения:

$$\varphi = \varphi_0 + x_{\text{ср}}.$$

Таблица 4

Результаты определений астрономических координат

Определения						
Широта				Долгота		
Число пар	Среднее значение	СКО по одной паре	СКО среднего	Среднее значение	СКО по одной паре	СКО среднего
Пары КРЗС						
8	12",04	2",82	0",86	28 ^s ,16	0 ^s ,36	0 ^s ,16
Пары Цингера						
5	11",96	2",03	0",82	27 ^s ,61	0 ^s ,28	0 ^s ,12

Принятые значения координат для пункта наблюдений: широта – 12",00; долгота – 27^S,64. По результатам определений можно сделать следующие выводы:

- точность определений хорошо соответствуют точности инструмента;
- лучшая сходимость результатов определений достигнута по парам Цингера.

Однако при окончательных выводах следует учесть, что способ КРЗС больше предназначен для высоких широт, где способ Цингера неприменим. Глядя в перспективу можно утверждать, что использование для наблюдений инструмента с ПЗС-микрометром наиболее предпочтительно для подобных определений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Машимов М. М. Высшая геодезия. – М.: ВИА, 1991. – 552 с.
2. Красовский Ф. Н. Новые предложения по уравниванию астрономо-геодезической сети // Избр. соч. Т. 1. – М., 1953. – С. 351–360.
3. Уралов С. С. Современные проблемы геодезической астрономии // Исследования по геодезии, аэрофотосъемки и картографии / МИИГАиК. – М., 1978. – С. 4–9.
4. Исследования по геодезической астрономии и астрономо-геодезическим приборам. – М.: ЦНИИГАиК, 1980. – Вып. 223. – 190 с.
5. Краснорылов И. И. Об астрономических определениях в АГС СССР и задачах геодезической астрономии / В. Г. Львов, Г. Д. Сафонов // Геодезия и картография. – 1995. – № 8. – С. 22–27.
6. Глазунов А. С. Исследование и совершенствование разностно-зенитальных способов определения широты: дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук / Глазунов Александр Сергеевич. – Новосибирск: СГГА, 2002. – 197 с.
7. Глазунов А. С., Каленицкий А. И. Возможности повышения точности передачи высот квазигеоида // ГЕО-Сибирь-2005. Науч. конгр. : сб. материалов в 7 т. (Новосибирск, 25–29 апреля 2005 г.). – Новосибирск: СГГА, 2005. Т. 2. – С. 74–79.
8. Глазунов А. С. О повышении точности полевых астрономических измерений // ГЕО-Сибирь-2005. Науч. конгр. : сб. материалов в 7 т. (Новосибирск, 25–29 апреля 2005 г.). – Новосибирск: СГГА, 2005. Т. 2. – С. 79–83.
9. A small CCD zenith camera (ZC-G1)-developed for rapid geoid monitoring in difficult projects: Докл. [13 National Conference of Yugoslav Astronomers, Belgrade, Oct. 17-20, 2002]. Gerstbach G. Pilcher H. Публ. Опсерв. Београду.- 2003.- №75.- p.221-228.
10. Глазунов А. С., Голдобин Д. Н., Коршиков В. В. Полевой астрономический оптико-электронный комплекс // ГЕО-Сибирь-2007. III Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 25–27 апреля 2007 г.). – Новосибирск: СГГА, 2007. Т. 2, ч. 2. – С. 79–83.
11. Уралов С. С. Курс геодезической астрономии. – М.: Недра, 1980. – 592 с.
12. Руководство по астрономическим определениям. – М.: Недра, 1984. – 384 с.

© А. С. Глазунов, 2014

ПРОБЛЕМА СРЫВОВ ФАЗОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ В МЕТОДЕ ТОЧНОГО ТОЧЕЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Николай Сергеевич Косарев

ФГУП «Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья», 630091, Россия, г. Новосибирск, Красный проспект, 67, инженер, аспирант кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования СГГА, тел. 8-913-706-9195, e-mail: kosarevnsk@yandex.ru

Станислав Олегович Шевчук

ФГУП «Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья», 630091, Россия, г. Новосибирск, Красный проспект, 67, и.о. зав. отделом геодезического обеспечения геолого-геофизических работ, тел. (383)22-45-86, e-mail: staspp@211.ru

В статье рассмотрена проблема фазовых срывов в динамических наблюдениях методом позиционирования PPP и предложены пути решения, требующие подробных исследований в дальнейшем.

Ключевые слова: ГНСС, PPP, двухчастотные измерения, срывы фазы, кинематика.

THE PROBLEM OF CARRIER-PHASE CYCLE SLIPS IN PRECISE POINT POSITIONING

Nikolai S. Kosarev

Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Raw Materials (SNIIGGiMS), 630091, Russia, Novosibirsk, 67 Krasniy Prospekt, engineer, post-graduate students of physical geodesy and remote sensing, tel. 8(913)706-9195, e-mail: kosarevnsk@yandex.ru

Stanislav O. Shevchuck

Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Raw Materials (SNIIGGiMS), 630091, Russia, Novosibirsk, 67 Krasniy Prospekt, acting as a head of the department of the geodetic maintenance of geophysical works, tel. (383)222-45-86, e-mail: staspp@211.ru

In article the problem of the dynamic satellite positioning carrier-phase cycle slips in PPP method. The solutions is proposed for the research in future.

Key words: GNSS, PPP, cycle slips, dual-frequency, positioning in kinematics.

Среднеквадратическая погрешность при выполнении спутникового позиционирования абсолютным (точечным) методом обычно составляет 3-5 м, в отличие от позиционирования дифференциальным и относительным методами, позволяющих достигать точности первых сантиметров и выше [1, 2, 3, 4].

В настоящее время за счёт развития систем информационной поддержки ГНСС, точность позиционирования абсолютным методом может быть значительно повышена посредством применения точных апостериорных параметров орбит (эфмерид) и поправок к спутниковым часам. Это является основой метода точного точечного позиционирования PPP (Point Precise Positioning). Дан-

ный метод обеспечивает точность позиционирования вплоть до сантиметров при статических наблюдениях [5, 6, 7, 8] и первых дециметров – для кинематических [7, 8, 9, 10]. Главным преимуществом данного метода является отсутствие затрат на размещение базовых станций или заказ и приём дифференциальных RTK-поправок.

Реализовать метод PPP можно в специальном ПО (например, WayPoint GrafNav, GIPSY, Bernese, RTKLib).

К основным недостаткам метода можно отнести необходимость наличия дополнительных данных (файлов точных орбит и поправок к часам, рассчитываемых, например, международной ГНСС службой – IGS), а следовательно – доступ к Интернету или другим источникам данных.

Вышеперечисленное позволяет сделать вывод о применимости данного метода для решения широкого круга задач, в том числе позиционирования подвижных объектов. Например, в статьях [10, 11, 12] предложено применение данного метода для позиционирования элементов аэрогеофизического электромагнитного комплекса «Импульс-Аэро» [13, 14].

Однако, как и в других методах, качество определения координат методом PPP, зависит от учёта так называемых аномальных выбросов. Под аномальными выбросами следует понимать потери счёта циклов, ионосферные всплески, вызванные магнитными бурями, и ионосферными сцинтилляциями, а также многопутность (что особенно актуально при позиционировании летательных аппаратов) [1, 15].

Потери счёта циклов могут возникнуть из-за препятствий на пути распространения радиосигнала, вследствие низкого отношения величины «сигнал-шум», высокой динамики спутниковой антенны (кинематические измерения), а также малой высоты спутников над горизонтом.

Рассмотрим, как образуется потеря счёта циклов в фазовых наблюдениях. При включении приемника наблюдается дробная часть фазы биений (то есть разность между сигналом, принятым со спутника приёмником, и сгенерированным приёмником ответным сигналом), и инициализируется счетчик целых циклов. Во время наблюдений при изменении фазы от 0 до 2π (или от 0 до -2π) показания счетчика изменяются соответственно на +1 или -1 цикл.

Таким образом, в данную эпоху наблюденная накопленная фаза $\Delta\varphi$ представляет сумму дробной фазы φ и целого отсчета n . Начальное целое число циклов N в расстоянии между спутником и приемником является неизвестным. Эта фазовая неоднозначность остается постоянной до тех пор, пока нет потери захвата сигнала. При восстановлении захвата сигнала счетчик целых циклов инициализируется повторно, что вызывает скачок в непрерывно накапливаемой фазе на целое число циклов.

Важно отметить, что данная проблема при позиционировании относительным методом (с привлечением измерений базовой станции) решается за счёт образования разностных наблюдений (одинарных, двойных, тройных разно-

стей). Причём тройные разности используются для выявления потерь счёта циклов [1, 15].

Однако, для метода PPP построение двойных – тройных разностей невозможно, что обуславливает необходимость в исследовании данной проблемы и поиске эффективной решений, в частности для кинематических измерений.

В данной статье рассматриваются результаты экспериментальных измерений, выполненных в рамках аэрогеофизических работ, выполненных летом 2012 года в Ямало-Ненецком автономном округе с использованием ЭМ-комплекса «Импульс-Аэро».

Использовался ГНСС приёмник NovAtel DL-V3, антенна которого устанавливалась на зеркало заднего вида, как показано на рис. 1. В силу отсутствия специальных разрешений было запрещено устанавливать антенну в наиболее благоприятных условиях приёма спутниковых сигналов – на ось редуктора (несущего винта) или на хвостовую балку.



Рис. 1. Установка антенны ГНСС приёмника на зеркале заднего вида кабины вертолётa

Перед вылетом выполнялась статическая инициализация приёмника (около 90 минут).

Обработка выполнялась методом PPP по окончательным файлам эфемерид и поправок к спутниковым часам. Для сравнения дополнительно производилась

обработка измерений относительным методом (базовая станция Javad Triumph-1, находившаяся на расстоянии до 50 км).

Результаты измерений, в силу влияния большого количества негативных факторов (частичное закрытие радиогоризонта фюзеляжем вертолета и несущим винтом, большое количество срывов, нарушение геометрического фактора) были нестабильны как по классу решений (Q), так и по критерию непрерывности.

Это можно проследить по графикам геометрического фактора, рис. 2, срывов приема фазы для наблюдаемых спутников (потери счета циклов), рис. 3 и классов решений, рис. 4.

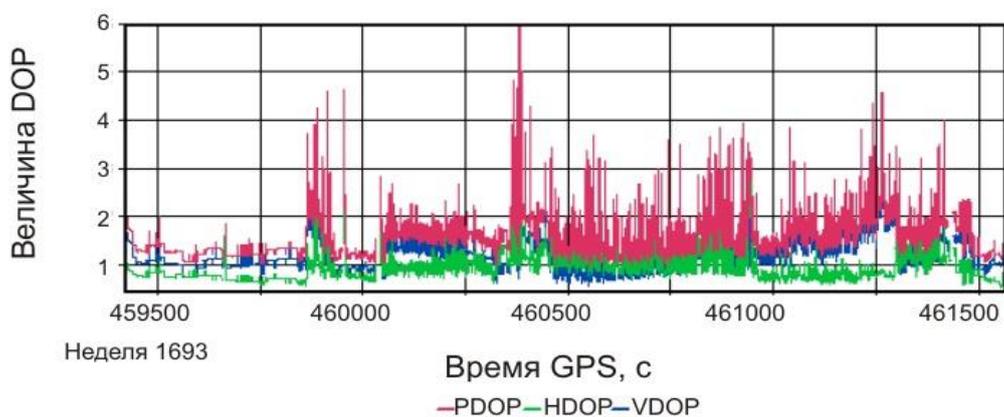


Рис. 2. Значения геометрического фактора (PDOP, HDOP, VDOP) в процессе полёта

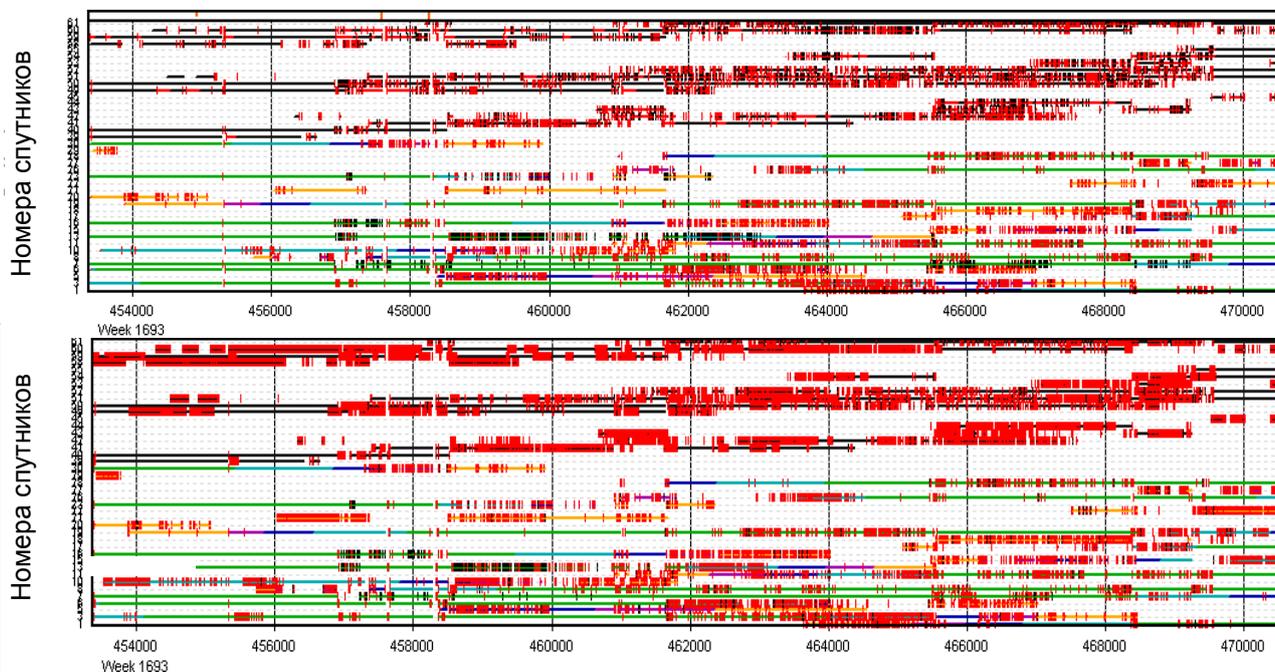


Рис. 3. Графики потерь счета циклов (отмечены красными поперечными штрихами) для L1 (вверху) и L2 (внизу)

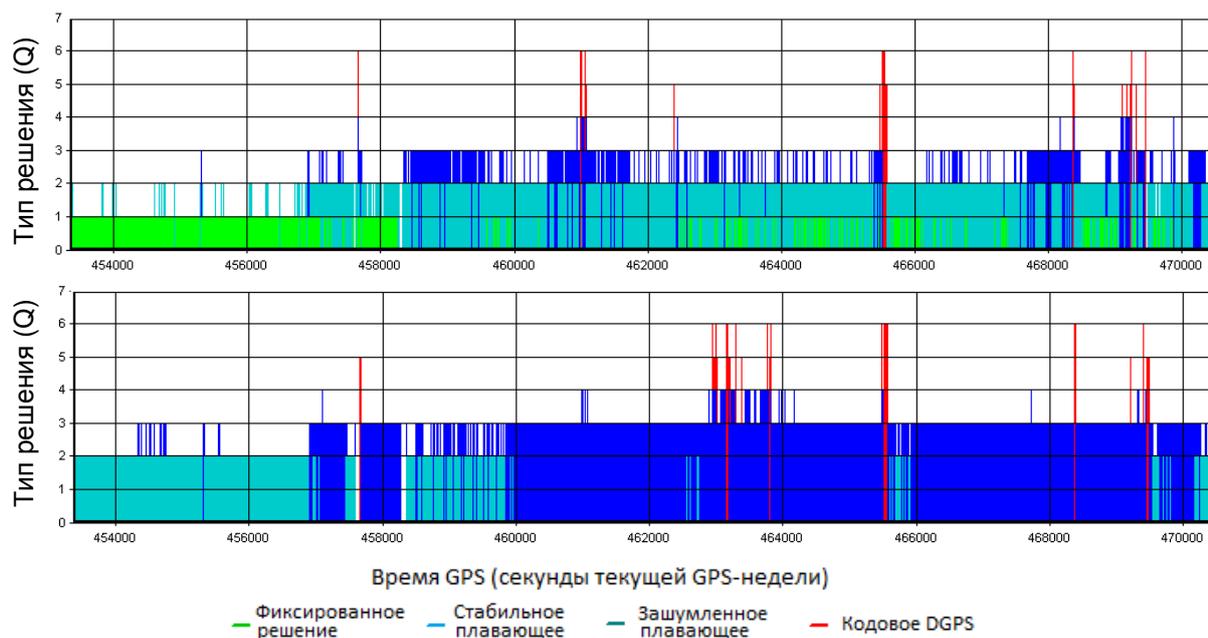


Рис. 4. Типы решений для относительного метода позиционирования (верхний) и для PPP (нижний)

В ПО GrafNav для оценки точности результатов обработки предусмотрена величина Q , типы решений в ПО GrafNav:

$Q=1$ – фиксированное целое решение (точность 0 - 0,15 м);

$Q=2$ – зашумлённое целое или сходящееся плавающее решение (точность 0,05 - 0,4 м);

$Q=3$ – сходящееся плавающее решение (точность 0,2 - 1 м);

$Q=4$ – сходящееся плавающее решение (точность 0,5 - 2 м);

$Q=5$ – плавающее DGPS-решение (точность 1 - 5 м);

$Q=6$ – плавающее DGPS-решение (точность 2 - 10 м).

Для оценки точности было произведено сравнение решений, полученных относительным методом и методом PPP для соответствующих эпох. Разности приведены на рис. 5.



Рис. 5. Разности координат полученных точек треков для решений относительным методом и PPP (фрагмент)

В результате анализа указанных данных (см. рисунки 2-5) были сделаны следующие выводы:

- при установке антенны ГНСС приёмника на зеркале заднего вида кабины пилотов наблюдаются явные срывы слежения фазы, сказывающиеся как на геометрическом факторе, так и на классе решений;

- метод PPP более чувствителен к потерям счёта циклов, что приводит к более низкому классу решений и наличию резких скачкообразных смещений в определяемых координатах.

Проблема может быть решена следующими способами [15, 16, 17, 18]:

- интеграция ГНСС данных и данных ИНС (инерциальных навигационных систем) [19];

- применение методики контроля фазовых измерений в пространстве координат [16, 17, 18];

- разработка принципиально новой методики обработки фазовых ГНСС данных по методике контроля измерений в пространстве координат в совокупности с данными ИНС.

Таким образом, в рамках данной статьи рассмотрена проблема фазовых срывов в динамических наблюдениях различными методами позиционирования и предложены пути решения, требующие подробных исследований в дальнейшем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антонович К. М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии: монография. В 2 т. Т. 2. М.: Картгеоцентр, 2006. – 360 с.

2. Серапинас Б.Б. Глобальные системы позиционирования / Б.Б. Серапинас. – М.: ИКФ «Каталог», 2002. – 106 с.

3. El-Rabbany, Ah. Introduction to GPS / Ah. El-Rabbany. – British Library Cataloguing in Publication Data. – 2002. – 176 p. – Англ

4. Leick, A. GPS Satellite Surveying / A. Leick. – New York: A Willey-Interscience Publication. – 2004. – 464 p. – Англ.

5. Виноградов, А.В. Оценка точности метода Precise Point Positioning и возможности его применения при кадастровых работах / А.В. Виноградов, А.В. Войтенко, А.Ю. Жигулин // Геопрофи. – 2010. – №2. – с. 27 – 30.

6. Липатников Л. А. О методике точного дифференциального позиционирования (Precise Point Positioning) и перспективах её совершенствования // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : сб. молодых учёных СГГА (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. – С. 48–53.

7. Bisnath S. Precise Point Positioning – A Powerful Technique with a Promising Future [Text] / S.Bisnath, Y.Gao – Англ. – GPS World. – 2009. - №4. – p.43-50.

8. Hofmann-Wellenhof, B. GNSS - Global Navigation Satellite Systems GPS, GLONASS, Galileo and more / B. Hofmann-Wellenhof, H. Lichtenegger, E. Wasle – Wien, New-York: Springer. – 2008. – 516 p. – Англ.

9. Шевчук, С.О. Исследование метода точного точечного позиционирования для геодезического обеспечения геолого-геофизических работ // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 2. – С. 251–258.

10. Шевчук С.О., Косарев Н.С. Применение метода точного точечного позиционирования (PPP) для геодезического обеспечения аэроэлектроразведочных работ // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 2. – С. 239–244.
11. Шевчук, С.О. Навигационное и геодезическое обеспечение аэроэлектромагнитных исследований с подвесной вертолётной платформой // Геология и Минерально-сырьевые ресурсы Сибири – 2012. – № 2. – С. 72–75.
12. Навигационно-геодезическое обеспечение аэрогеофизических исследований / Г.М. Тригубович, С.О. Шевчук, А.А. Белая и др. // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири – 2013. – № 2. – С. 61–69.
13. Особенности построения высокоточной аэрогеофизической системы серии «Импульс-Аэро» / С.В. Барсуков, А.А. Белая, Ю.Ю. Дмитриев, А.С. Сверкунов, Е.Н. Махнач, Г.М. Тригубович // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 224–229.
14. Тригубович, Г.М. Аэрогеофизические вертолетные платформы серии «Импульс» для поисково-оценочных исследований / Г.М. Тригубович, М.Г. Персова, С.Д. Саленко // Приборы и системы разведочной геофизики – 2006. – № 2(16) – С. 18-21.
15. Косарев Н. С. Восстановление фазы несущей: проблемы и пути решения // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 53–60.
16. Антонович К. М., Косарев Н. С.О возможности контроля непрерывной фазы несущей при ГНСС наблюдениях // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 1, ч. 2. – С. 164–168.
17. Антонович К. М., Косарев Н. С. Метод контроля кодовых и фазовых псевдодальностей в пространстве координат // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъёмка. – 2012. – № 2/1. – С. 11–15.
18. Антонович К. М., Косарев Н. С. Использование геометрической дальности для контроля ГНСС измерений // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 2. – С. 245–250.
19. Абсолютное кинематическое позиционирование одночастотным фазовым ГНСС-приемником, интегрированным с инерциальными датчиками / К. М. Антонович, Н. С. Косарев, Д. Ю. Першин, А. С. Щербаков // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъёмка. – 2012. – № 4/с. – С. 3–8.

© Н. С. Косарев, С. О. Шевчук, 2014

ОСОБЕННОСТИ РАЗБОРНОГО МОБИЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО КОМПЛЕКСА НА ПРИМЕРЕ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «СКАНПУТЬ»

Андрей Викторович Антипов

Сибирский государственный университет путей сообщения, 630049, Россия, г. Новосибирск, ул. Д. Ковальчук, 191, кандидат технических наук, доцент кафедры «Инженерная геодезия», тел. (913)899-77-44, e-mail: brothersa@mail.ru

Павел Михайлович Секачев

Сибирский государственный университет путей сообщения, 630049, Россия, г. Новосибирск, ул. Д. Ковальчук, 191, ведущий инженер лаборатории «Диагностика дорожных одежд и земляного полотна», тел. (903)902-94-97, e-mail: sekachev.p@yandex.ru

В статье рассмотрены основные особенности разборных комплексов мобильного лазерного сканирования на примере аппаратно-программного комплекса «Сканпутъ», процедура калибровки системы и области применения.

Ключевые слова: аппаратно-программный комплекс «Сканпутъ», калибровка, точность.

FEATURES OF PORTABLE MOBILE LASER COMPLEX ON THE EXAMPLE OF HARDWARE-SOFTWARE SYSTEM «SCANPUT»

Andrey V. Antipov

Siberian Transport University, 630108, Russia, Novosibirsk, 191 D. Kovalchuk, PhD, assistant professor, department of Engineering Geodesy, tel. (913)899-77-44, e-mail: brothersa@mail.ru

Pavel M. Sekachev

Siberian Transport University, 630108, Russia, Novosibirsk, 191 D. Kovalchuk, senior engineer, «Road and road bed monitoring» laboratories, tel. (903)902-94-97, e-mail: sekachev.p@yandex.ru

Basic features of portable mobile laser complex on the example of hardware-software system «Scanput» and calibrated procedure are presented in the article.

Key words: hardware-software system «Scanput», calibration, accuracy.

В последние годы в России развиваются скоростное и высокоскоростное движение поездов и соответствующая инфраструктура. Использование современного геодезического оборудования позволяет автоматизировать сбор и обработку метрической информации о местности. Одной из наиболее перспективных технологий в железнодорожном транспорте является мобильное лазерное сканирование (МЛС). Такие комплексы и сопутствующее программное обеспечение имеют высокую стоимость и не удовлетворяют решению специфических задач. Не всегда представляется возможным организовать выполнение съемки с помощью лазерного комплекса из-за постоянного движения железнодорожного транспорта по расписанию, а так же наличия различных факторов при организации работ.

Разработка систем МЛС, удовлетворяющих таким требованиям как точность, надежность, низкая стоимость, многозадачность является актуальной.

Одна из важных задач ж/д транспорта – определение геометрических параметров пути и съемки земляного полотна, эффективное решение которых можно обеспечить, используя измерительные тележки, как аппаратно-программного комплекса (АПК) «Профиль» и лазерные сканирующие системы. Другая задача - разбивка пикетажа, которая до недавнего времени выполнялась с использованием мерной ленты, дорожного курвиметра, электронного тахеометра. Первые два способа обеспечивают низкую точность, третий – накопление ошибки во время прокладки тахеометрического хода. Применение GNSS систем для решения этой задачи лишено этих недостатков. Совместное использование АПК «Профиль», сканирующих систем и спутниковой аппаратуры позволяет эффективно в реальном времени решать такие задачи как съемка ж/д пути и земляного полотна, паспортизация, разбивка пикетажа.

В 2010 г. сотрудниками лаборатории «Диагностики дорожных одежд и земляного полотна» Сибирского государственного университета путей сообщения был создан мобильный лазерный комплекс «Сканпуть» и программное обеспечение для его управления и предварительной обработки материалов съемки [1], основными особенностями которого являются:

- разборная конструкция;
- высокая точность определения координат точек местности;
- разбивка пикетажа в реальном времени;
- видеофиксация с координатной привязкой;
- собственное программное обеспечение;
- низкая стоимость.

Разборная конструкция системы позволяет выполнять безопасную транспортировку всех составляющих системы. Однако при сборке комплекса возникают погрешности определения параметров взаимного положения геометрических центров сканирующих головок, GNSS антенны, инерциального комплекса, видеокамеры. Для устранения этой проблемы разработана процедура калибровки, которая представлена на рис. 1.

После сборки комплекса и запуска всех узлов системы и программного обеспечения, предварительно задаются выставочные параметры (параметры взаимного положения узлов системы) с точностью 1 – 3 мм.

На расстоянии 200 м друг от друга поперек оси пути расставляются три линии с 3 марками (одна в центре другие по 5 м от оси пути). Тахеометром определяются координаты центров марок. На ж/д путь устанавливается комплекс и выполняется съемка марок. Затем в специально созданном программном обеспечении выполняется уточнение значений параметров взаимного положения геометрических центров головок сканеров, GNSS оборудования, инерциальной системы, видеокамеры.

Созданный комплекс прошел процедуру метрологической аттестации и сертификации в результате которой выдано свидетельство об утверждении типа средств измерений RU.C.27.007.A №25716.

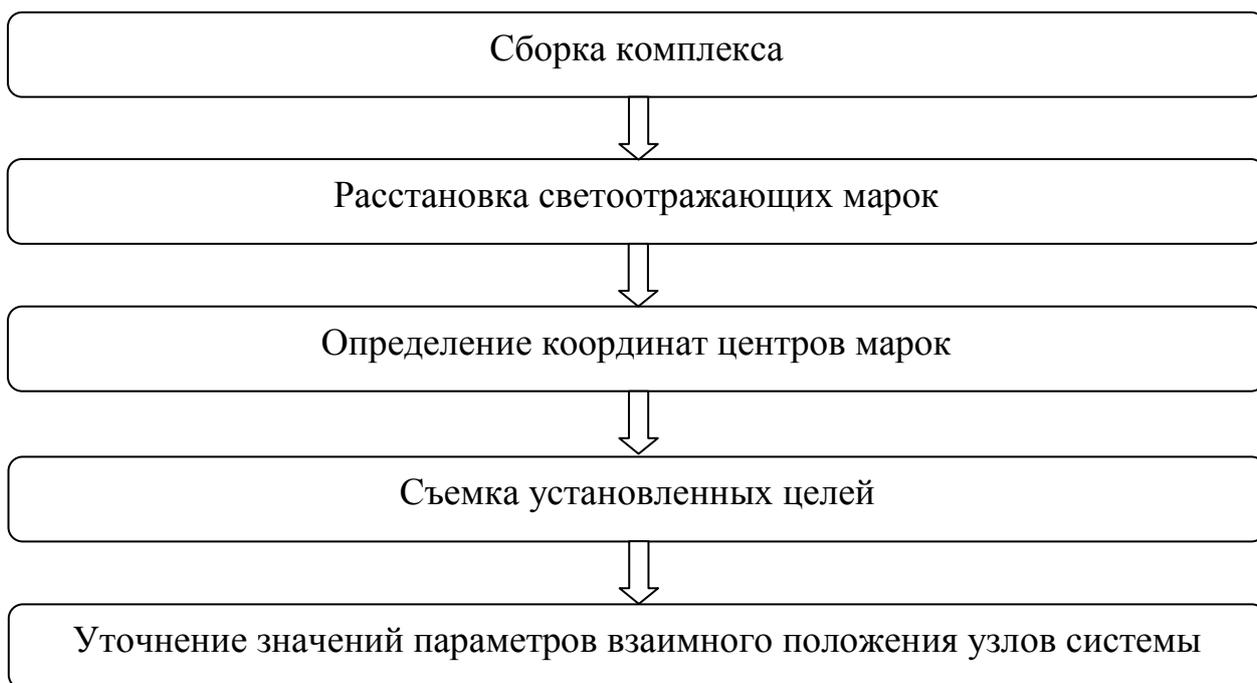


Рис. 1. Калибровка АПК «Сканпуть»

С использованием АПК «Сканпуть» сотрудники ИЦ «Ямал» в течение трех лет определяют геометрические параметры пути и выполняют съемку земляного полотна и объектов инфраструктуры участка железной дороги Лабытнанги-Бованенкого. Средняя квадратическая ошибка (СКО) определения пространственных координат точек на расстоянии 50 м от оси пути не превышает 2 см, СКО разбивки пикетажа в реальном времени – 0,5 см.

Созданный комплекс можно использовать для построения трехмерных реалистичных сцен объектов ж/д транспорта и инфраструктуры, определения изменений земляного полотна и геометрических параметров рельсовых плетей, классификации лазерных точек [2,3,4,5].

На сегодняшний день производятся работы по совершенствованию программного обеспечения и алгоритмов, заложенных в нем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Секачев П. М. Разработка мобильных лазерных сканеров на примере АПК «Сканпуть» // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 3. – С. 102–107.

2. Широкова Т. А., Антипов А. В., Арбузов С. А. Определение изменений на местности с применением данных лидарной съемки // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 38–45.

3. Широкова Т. А., Антипов А. В. Исследование параметров автоматической классификации точек лазерных отражений на основе построения триангуляционной поверхности

для моделирования рельефа по данным лидарной съемки // Инженерные изыскания. – 2012. – № 10. – С. 22–26.

4. Широкова Т. А., Антипов А. В. Построение трехмерных моделей зданий городских территорий на основе данных воздушного лазерного сканирования // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 38–45.

5. Широкова Т. А., Антипов А. В. Методика создания трехмерных реалистичных сцен городских территорий по данным воздушного лазерного сканирования // Геодезия и картография. – 2013. – № 10. – С. 21–26.

© А. В. Антипов, П. М. Секачев, 2014

ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОБИЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНЕРА АПК «СКАНПУТЬ»

Андрей Викторович Антипов

Сибирский государственный университет путей сообщения, 630049, Россия, г. Новосибирск, ул. Д. Ковальчук, 191, кандидат технических наук, доцент кафедры «Инженерная геодезия», тел. (913)899-77-44, e-mail: brothersa@mail.ru

Павел Михайлович Секачев

Сибирский государственный университет путей сообщения, 630049, Россия, г. Новосибирск, ул. Д. Ковальчук, 191, ведущий инженер лаборатории «Диагностика дорожных одежд и земляного полотна», тел. (903)902-94-97, e-mail: sekachev.p@yandex.ru

В статье рассмотрены технические особенности реализации мобильного комплекса лазерного сканирования АПК «Сканпуть».

Ключевые слова: мобильное лазерное сканирование, технология сканирования, облако точек, геометрические параметры железной дороги.

TECHNICAL FEATURES OF MOBILE LASER SCANNER HSC «SKANPUT»

Andrey V. Antipov

Siberian Transport University, 630108, Russia, Novosibirsk, 191 D. Kovalchuk, PhD, assistant professor, department of Engineering Geodesy, tel. (913)899-77-44, e-mail: brothersa@mail.ru

Pavel M. Sekachev

Siberian Transport University, 630108, Russia, Novosibirsk, 191 D. Kovalchuk, senior engineer, «Road and road bed monitoring» laboratories, tel. (903)902-94-97, e-mail: sekachev.p@yandex.ru

The article describes the technical features of the implementation of a mobile laser scanner HSC «Skanput».

Key words: mobile laser scanning, scanning technology, cloud of points, geometric parameters of the railway.

В 2010 году в НИЛ «Диагностики дорожных одежд и земляного полотна» СГУПС был создан мобильный аппаратно-программный комплекс с системой лазерного сканирования «Сканпуть» (АПК «Сканпуть») [1, 2, 3]. Основной задачей данного комплекса является проведение проектно-изыскательских работ на объектах железнодорожного транспорта.

Помимо получения точечной модели железнодорожного полотна с помощью двух 2D лазерных сканеров комплекс «Сканпуть» обладает целым рядом уникальных технических возможностей.

1. Получение высокоточной цифровой модели пути (ВЦМП).

На основе данных, получаемых от инерциальной системы, глобальной навигационной спутниковой системы, датчика ширины колеи и датчика пути, АПК «Сканпуть» формирует ВЦМП, которая содержит в себе данные о про-

странственном положении оси пути а так же геометрические параметры железнодорожного полотна (уровень, шаблон, рихтовки и просадки). Погрешность определения пространственных координат оси пути в плане: менее 10 мм., по высоте: менее 15 мм. Погрешность определения геометрических параметров: 1мм [1].

2. Разбивка пикетажа в реальном времени. АПК «Сканпуть» позволяет с высокой точностью (не менее 1/20000) разбивать пикетаж в реальном времени [3]. Высокая точность достигается благодаря специальному алгоритму обработки данных от инерциальной системы, глобальной навигационной спутниковой системы и датчика пути.

Дополнительно, для облегчения работы оператора, АПК «Сканпуть» обеспечивает автоматическое нанесение графических отметок пикетов на внутреннюю сторону рельса.

3. Видеофиксация железнодорожного пути [3]. Для уточнения данных точечной модели при постобработке комплекс «Сканпуть» оборудован системой постоянной видеофиксации с широкоугольным объективом. Весь процесс работы комплекса записывается в специальном видеоформате, который позволяет просматривать видеоизображение и осуществлять поиск по видеоряду с привязкой как по пройденному пикетажу, так и по координатам заданной системы координат.

4. Автономная работа комплекса от инерциальной системы. Комплекс «Сканпуть» позволяет производить работы при условиях плохого GNSS сигнала (мосты с железными фермами) или при полном его отсутствии (тоннели и закрытые помещения). В данном режиме перемещение комплекса отслеживается с помощью инерциальной системы. Все измерения производятся относительно точки начала работ. Время автономной работы комплекса ограничено точностью инерциальной системы и составляет не более 30 минут. При проведении длительных работ участок разбивают на более мелкие составные части.

5. Система визуального контроля и оповещения о статусе работы комплекса. Особое внимание уделено контролю за состоянием работы комплекса. Нарушение работы любого составного элемента АПК «Сканпуть» может привести к ошибкам в измерениях. Для того чтобы оператор в момент проведения работ был уверен в корректной работе системы, на рабочем мониторе отображается общая система сигнализации. Если сигнал зеленого цвета – все системы работают в нормальном режиме, если красного – один или несколько компонентов комплекса работает неверно. В таком случае работу следует немедленно прекратить до устранения неполадок.

Принимая во внимание все основные технические возможности данного комплекса можно отметить, что в некоторых случаях целесообразно применение АПК «Сканпуть» даже без системы лазерного сканирования. Так как комплекс представляет из себя очень мощное измерительное средство и без системы лазерного сканирования. Проведение такого рода проектно-изыскательских работ может быть обосновано, когда применение комплекса в полной комплектации избыточно (нет необходимости в получении точечной модели пути)

или неактуально (при наличии густого растительного покрова или снежного покрова).

В заключение можно отметить, что АПК «Сканпуть» является прекрасным инструментом для проведения проектно-изыскательских работ железнодорожного пути с широким набором дополнительных технических возможностей. Комплекс АПК «Сканпуть» является сертифицированным средством измерения и позволяет проводить основной комплекс проектно-изыскательских работ железнодорожного пути.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Секачев П. М. Разработка мобильных лазерных сканеров на примере АПК «Сканпуть» // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012: сб. матер. VIII междунар. науч. конгр. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия», 10–20 апреля 2012 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2012. – Т. 3. – С. 102–107.

2. Деговцов А. А. Технология мобильного лазерного сканирования для выполнения проектно-изыскательских работ // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 3. – С. 140–145.

3. Деговцов А.А. Устройство и программное обеспечение мобильного лазерного сканера АПК «Сканпуть» [Текст] / А.А. Деговцов // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 3. – С. 124–128.

© А. В. Антипов, П. М. Секачев, 2014

ВЫБОР МЕТОДИКИ УРАВНИВАНИЯ ДАННЫХ МОБИЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КАЧЕСТВА ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ И СНИМАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ

Владимир Адольфович Середович

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, профессор, проректор по научной и инновационной деятельности, тел. (383) 343-39-57, e-mail: v.seredovich@list.ru

Максим Александрович Алтынцев

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, старший преподаватель кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования, тел. (383)343-29-66, e-mail: mnbcv@mail.ru

Роман Александрович Попов

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, инженер НИС, e-mail: romalex_profi@mail.ru

В статье рассмотрены проблемы выбора методики уравнивания данных мобильного лазерного сканирования. Приведены примеры метода уравнивания данных различного качества на определенные территории. Сделаны выводы о целесообразности применения описанных методик в различных случаях.

Ключевые слова: мобильное лазерное сканирование, уравнивание данных, точность.

THE CHOICE OF MOBILE LASER SCANNING DATA ADJUSTMENT TECHNIQUE SUBJECT TO OBTAINED DATA QUANTITY OF SURVEYED AREA

Vladimir A. Seredovich

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo, professor, vice rector for scientific and innovative activity, tel. (383)343-39-57, e-mail: v.seredovich@list.ru

Maxim A. Altyntsev

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo, senior lecturer, engineering geodesy and mine surveying department, tel. (383)343-29-55, e-mail: mnbcv@mail.ru

Roman A. Popov

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo, engineer, SRS, e-mail: romalex_profi@mail.ru

The issues of mobile laser data scanning adjustment choice are considered. The examples of data adjustment techniques of various quality for defined areas are described. The conclusions about suitability of described technique application in various situations are done.

Key words: mobile laser scanning, data adjustment, accuracy.

Мобильное лазерное сканирование в настоящее время является одним из наиболее развивающихся методов геодезической съемки. Каждый год на мировом рынке появляются новые съемочные системы мобильного сканирования. В основное устройство таких систем входят лазерные сканеры, цифровые камеры, GPS-антенна, инерциальная система [1-4].

Сырые данные лазерного сканирования содержат ошибки как в плановом, так и высотном их положении. Поэтому при обработке данных мобильного лазерного сканирования особо важен этап их уравнивания, который заключается в устранении различий в положении точек лазерных отражений, полученных при различных проездах съемочной системы по одному и тому же участку территории. Для этого необходимо выполнять поиск поправок во все элементы внешнего ориентирования сканов: координаты XYZ положения GPS-антенны, углы курса H_s , крена R_s и тангажа P_s , определяемые инерциальной системой. От точности уравнивания зависит дальнейшее качество создаваемой продукции [5-7].

В зависимости от снимаемой территории подход к уравниванию данных может отличаться. Выбор методики уравнивания зависит от того, какого типа территории была выполнена съемка: сельская местность, городская территория, протяженные линейные объекты или большие участки съемки, содержащие все перечисленные типы. Также выбор методики зависит от того, в течение какого промежутка времени выполнялась съемка, то есть насколько разновременные данные необходимо уравнивать [8].

Исследования по выбору технологии уравнивания данных мобильного лазерного сканирования (МЛС) были выполнены на примере данных, полученных на территорию г. Новосибирска в августе 2012, апреле и сентябре 2013 года. Для уравнивания применялся программный комплекс (ПК) TerraSolid. Среди всего массива данных были взяты следующие участки:

- участок протяженностью 6 км от улицы «Станционная» до аэропорта «Толмачево» за август 2012 года;
- участок протяженностью 3 км от метро «Красный проспект» до автовокзала за апрель и сентябрь 2013-ого года.

Первый участок характеризуется открытыми пространствами, в пределах которого расположено крупное строение – «Новосибирск Экспоцентр». Проезд по участку был осуществлен в прямом и обратном направлении, а также вокруг Экспоцентра. Второй участок представляет собой плотную городскую застройку. Проезд здесь был осуществлен в прямом и обратном направлении несколько раз как в апреле, так и сентябре. Также был выполнен проезд по большинству улиц, проходящих через рассматриваемый участок. Проезд через некоторые перекрестки данного участка осуществлялся до 8-ми раз. Пример облака ТЛО данного участка показан на рис. 1.

Вариант совместной обработки данных второго участка представляется наиболее сложным из-за большой загруженности территорий, множества проездов и большого временного промежутка между съемками. Подобрать мето-

дику уравнивания таких данных, можно применить её и к более простым ситуациям, таким как первый участок, исключив из неё несколько необязательных этапов.

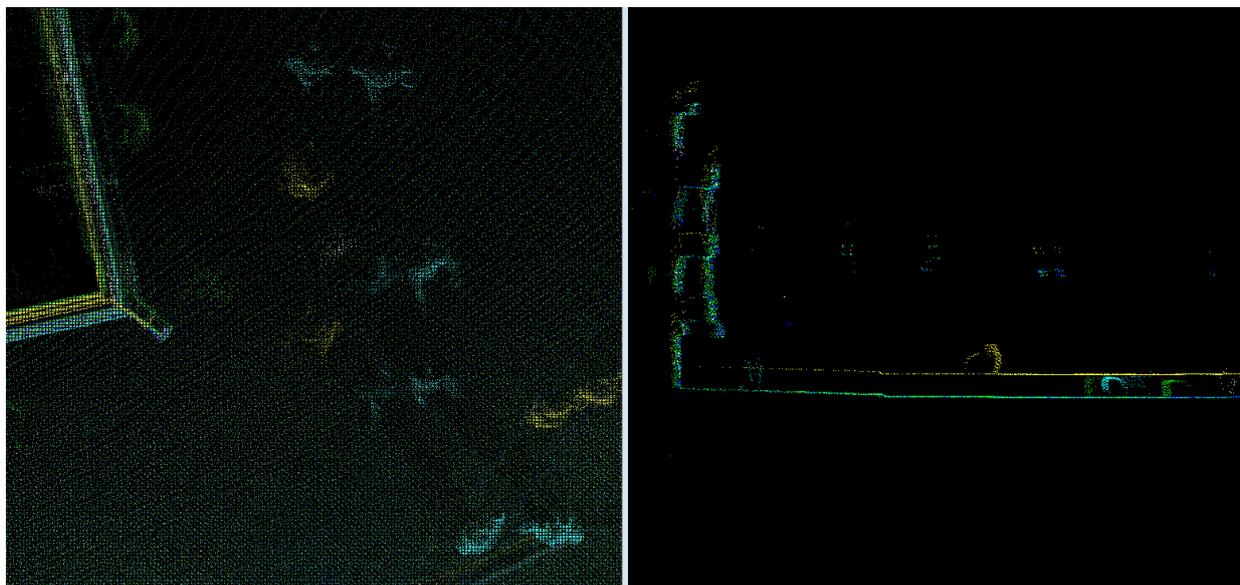


Рис. 1. ТЛО ул. Красный проспект до уравнивания

Необходимым условием для начала уравнивания любых данных являются полностью откалиброванные точки лазерных отражений (ТЛО). Некалиброванные ТЛО приводят к нахождению неправильных поправок в различные элементы внешнего ориентирования сканов [1].

Прежде, чем приступить к уравниванию разновременных данных, необходимо выполнить конвертирование GPS времени, хранящихся в файлах ТЛО и траекториях, из формата времени от начала недели в секундах, используемый по умолчанию, в формат, учитывающий и номер недели. ПК TerraSolid не может корректно обрабатывать данные, полученные на разных неделях, но в одни и те же её дни, из-за одинаковых значений времени в таком формате. Для этого следует сначала для каждой съемочной недели создать свой проект и импортировать в него точки, а затем после конвертации GPS-времени выполнить объединение проектов.

Далее следует импортировать траектории, разделить их на отдельные участки и присвоить каждой ТЛО номер соответствующего участка траектории.

Следующий этап включает в себя удаление точек, полученных на расстоянии более 100 метров от системы мобильного лазерного сканирования в момент съемки, и точек, полученных при остановках движения данной системы.

Уравнивание данных МЛС следует выполнять по классифицированным ТЛО. Необходимо выделить землю, полосу точек земли шириной около 4 метров вдоль траектории движения системы и ТЛО стен зданий. Выделенная поло-

са позволяет точно найти поправки в высотное положение ТЛО за счет ровной поверхности автодорожного покрытия. ТЛО стен зданий помогают устранить ошибки планового их положения.

Для уравнивания ТЛО и траекторий применяется функция поиска связующих линий, то есть линий, соответствующих различным облакам точек одних и тех же объектов, полученных при проездах съемочной системы по одному и тому же участку местности от двух и более раз. По этим линиям выполняется поиск поправок во все элементы внешнего ориентирования. Поправки могут применяться к ТЛО, траекториям и самим связующим линиям. При уравнивании разновременных данных требуется выполнять контроль найденных связующих линий, так как плановая и высотная городская часть за определенный промежуток времени может измениться. В этом случае необходимо удалять такие автоматически найденные связующие линии. На рис. 1 приведен пример ТЛО ул. Красный проспект до уравнивания.

В автоматическом режиме последовательно выполняется поиск и применения поправок в каждой точке траектории в следующей последовательности:

- координаты XYZ положения GPS-антенны;
- углы курса H_s , крена R_s и тангажа P_s .

В табл. 1 приведена оценка точности уравнивания ТЛО участка ул. Красный проспект, полученных после применения данных поправок. Из таблицы видно, что ошибки планового положения были устранены не полностью. Связано это с тем, что связующие линии были найдены не на всех стенах зданий, а только на ближайших к автомобильным дорогам. На остальных стенах ТЛО было недостаточно. Для полного устранения ошибок в плановом положении необходимо, чтобы связующие линии были бы найдены на всех стенах каждого здания, что возможно только в случае проезда вокруг каждого здания отдельно. При городской застройке выполнить это сложно. Поэтому ошибки планового положения на таких участках следует дальше устранять путем интерактивного набора связующих точек на четких контурах, таких как углы различных построек. На рис. 2 и в табл. 2 приведены результаты окончательного уравнивания ТЛО участка улицы «Красный проспект».

Таблица 1

Оценка точности автоматического уравнивания координат ТЛО

	Опорные точки			Контрольные точки		
	X, м	Y, м	Z, м	X, м	Y, м	Z, м
Средняя ошибка	0.015	0.015	0.003	0,063	0,079	0,006
СКО	0.024	0.023	0.004	0,094	0,101	0,014
Макс. ошибка	0.189	0.214	0.058	0,324	0,298	0,061



Рис. 2. ТЛО ул. Красный проспект после уравнивания

Таблица 2

Оценка точности после интерактивного уравнивания координат ТЛО

	Опорные точки			Контрольные точки		
	X, м	Y, м	Z, м	X, м	Y, м	Z, м
Средняя ошибка	0.004	0.004	0.003	0,012	0,012	0,007
СКО	0.009	0.008	0.004	0,021	0,020	0,015
Макс. ошибка	0.099	0.041	0.058	0,120	0,090	0,076

На рис. 3 приведена полная технологическая схема уравнивания ТЛО.

Данная методика может применяться для большинства территорий и времени съемки. В случае обработки данных, отснятых менее чем за одну неделю, из методики можно исключить этап конвертирования GPS-времени. Также на участки съемки, не подвергшимся за её время изменениям, не выполняют этап интерактивного удаления связующих линий. Также следует учитывать и другие особенности снимаемых территорий.

На таких открытых участках, без зданий, деревьев, как территория от улицы «Станционная» до аэропорта «Толмачево», точность получения исходных траекторий значительно выше. Открытые участки способствуют получению хорошего GPS-сигнала. Отсюда точность координат ТЛО до уравнивания значительно выше, чем на городских территориях, что положительно сказывается и на результаты уравнивания. Также на рассматриваемом участке был выполнен несколько раз в различных направлениях проезд вокруг крупного строения – «Новосибирск Экспоцентр». Вследствие кругового проезда связующие линии были найдены на всех стенах строения.



Рис. 3. Методика уравнивания данных МЛС

На рис. 4 с видом «сверху» приведен пример облака ТЛО на территорию «Новосибирск Экспоцентр».

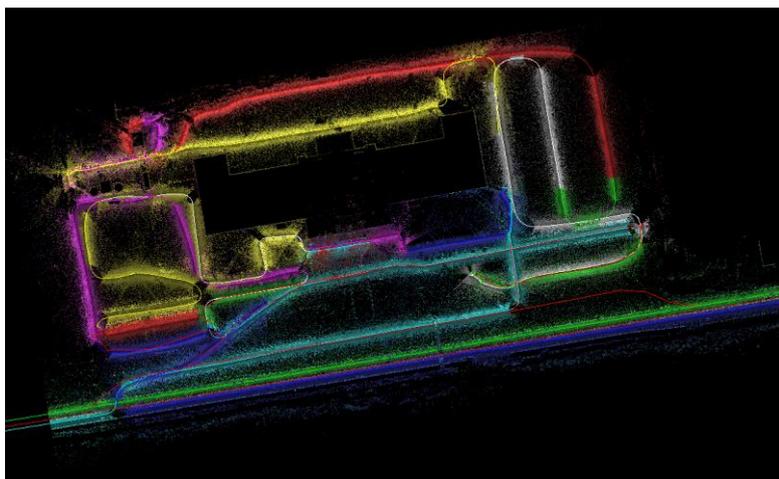


Рис. 4. Съемка территории «Новосибирск Экспоцентр»

В табл. 3 приведены результаты оценки точности после этапа поиска поправок за углы курса, крена и тангажа по связующих линиям и их применения, из которой видно, что следующий этап интерактивного набора связующих точек выполнять не требуется. Ошибки по контрольным точкам уже после этапа автоматического уравнивания были получены на уровне ошибок интерактивного уравнивания участка улицы «Красный проспект».

Таблица 3

Оценка точности автоматического уравнивания координат ТЛЮ для открытых участков

	Опорные точки			Контрольные точки		
	X, м	Y, м	Z, м	X, м	Y, м	Z, м
Средняя ошибка	0.007	0.005	0.006	0,015	0,016	0,010
СКО	0.012	0.008	0.005	0,024	0,026	0,012
Макс. ошибка	0.099	0.041	0.031	0,101	0,104	0,036

Таким образом, в результате экспериментальных исследований была разработана методика уравнивания данных мобильного лазерного сканирования в ПК TerraSolid, применимая для территорий различного характера и застройки. Также были выполнены исследования, показывающие в каких случаях тем или иным этапом методики можно пренебречь. По предложенной методике были уравнены данные сканирования на два участка г. Новосибирска и выполнена оценка точности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ussyshkin V. Mobile Laser Scanning Technology for Surveying Application: From Data Collection to End-Products [Text] // FIG working week. – Eilat, Israel, 3-8 May 2009.
2. Середович В. А., Алтынцев М. А. Применение данных мобильного лазерного сканирования для создания топографических планов // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 3. – С. 96–100.
3. Ковач Н. С., Клименок И. В. Возможности применения мобильного лазерного сканирования для мониторинга дорог и сопутствующей инфраструктуры на основе опыта произведённых работ на участках Октябрьской, Рязанской, Смоленской и Брянской железных дорог // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 3. – С. 92–97.
4. Деговцев А. А. Технология мобильного лазерного сканирования для выполнения проектно-изыскательских работ // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 3. – С. 140–144.
5. Середович В. А., Востров И. В. Обзор современных программных продуктов для создания и использования трехмерных моделей для проектирования автомобильных дорог // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 3. – С. 115–120.
6. Середович В. А., Алтынцев М. А., Анцифиров Е. С. Исследование точности уравнивания данных мобильного лазерного сканирования // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 3. – С. 90–95.
7. Антипов А. В. Калибровка данных воздушного лазерного сканирования в программном продукте TerraSolid // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 4. – С. 7–10.
8. Алтынцев М. А., Антипов А. В. Уравнивание данных воздушного лазерного сканирования для создания поверхности дорожного полотна // Инновационные технологии сбора и обработки геопространственных данных для управления природными ресурсами: сб. материалов Междунар. конф. – Алматы, Республика Казахстан: Казахский национальный технический университет имени К. И. Сатпаева, 2012. – С. 24–31.
9. Широкова Т. А., Антипов А. В., Арбузов С. А. Определение изменений на местности с применением данных лидарной съемки // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 38–45.

© В. А. Середович, М. А. Алтынцев, Р. А. Попов, 2014

СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛИ ПЛАНЕТАРИЯ СГГА ПО ДАННЫМ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ЗВЕЗДНОГО ЗАЛА

Андрей Васильевич Иванов

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плехотного, 10, кандидат технических наук, ведущий инженер регионального центра лазерного сканирования, тел. (383)361-00-66, e-mail: geoid@ngs.ru

Екатерина Игоревна Горохова

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плехотного, 10, ведущий инженер кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, тел. (383)343-29-55, e-mail: e.gorohova@ssga.ru

Людмила Игоревна Горохова

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плехотного, 10, техник учебно-научного центра «Планетарий» при СГГА, тел. (383)343-29-44, e-mail: lyudmila.gorokhova@gmail.com

Кирилл Викторович Мурашов

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плехотного, 10, кандидат технических наук, техник-геодезист регионального центра лазерного сканирования, тел. (383)361-00-66, e-mail: Capeeqe@yandex.ru

В статье рассматривается методика создания трехмерной модели планетария при СГГА с целью проведения капитального ремонта звездного зала и модернизации оборудования.

Ключевые слова: трехмерная модель, наземное лазерное сканирование, модернизация, планетарий.

CREATING A 3D MODEL OF THE PLANETARIUM SSGA ACCORDING TO TERRESTRIAL LASER SCANNING FOR MODERNIZATION OF THE STAR HALL

Andrey V. Ivanov

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, Plakhotnogo st., 10, PhD, senior engineer, tel. (383)361-00-66, e-mail: geoid@ngs.ru

Ekaterina I. Gorokhova

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, Plachotny st., 10, senior engineer of the department of engineering geodesy and mine surveying, tel. (383)343-29-55, e-mail: e.gorohova@ssga.ru

Lyudmila I. Gorokhova

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, Plakhotny st., 10, technician of the Planetarium SSGA, tel. (383)343-29-44, e-mail: lyudmila.gorokhova@gmail.com

Kirill V. Murashov

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, Plakhotnogo st., 10, technician of geodesy, tel. (383)361-00-66, e-mail: Capeeqe@yandex.ru

In the article the method of creating a three-dimensional model of the planetarium SSGA for the capital repair of the starry hall and modernization of the equipment is considered.

Key words: 3D model, land laser scanning, modernization, planetarium.

Первый планетарий в Новосибирске открылся 15 января 1952 года в Парке культуры и отдыха им. Сталина (ныне Центральный парк), в деревянном здании бывшей часовни. Как и во многих других планетариях страны, использовался прибор — планетарий «Малый Цейсс», изготовленный на Народном предприятии «Карл Цейс Йена» в ГДР. С 1956 г. профессора и сотрудники НИИГАиК начали читать в нем курсы лекций. В 1963 году часовенку в парке снесли в связи со строительством на этом месте театра музыкальной комедии, а прибор—планетарий в упакованном виде пять лет пролежал под трибунами стадиона. В 1968 году в лабораторном корпусе НИИГАиК по инициативе ректора К. Л. Проворова и заведующего кафедрой астрономии и гравиметрии В. П. Напалкова был построен специальный «Звёздный зал» со сферическим куполом диаметром 6 метров. Именно там механиками Московского планетария был смонтирован переданный НИИГАиК прибор «Малый Цейсс», после чего он стал обслуживаться сотрудниками кафедры астрономии и гравиметрии НИИГАиК под руководством В. А. Меркушева. 1 октября 1999 по инициативе ректора СГГА И. В. Лесных планетарий, являвшийся самостоятельным учреждением при Отделе культуры Новосибирского горисполкома, был передан в ведение СГГА (рис. 1).



Рис. 1.Общий вид планетария

Таким образом, планетарий располагается на территории СГГА уже более 60 лет и всё это время успешно работает как для студентов академии, так и для жителей и гостей города. Несмотря на то, что в 2004 году была проведена техническая модернизация планетария (установлено новое звуковое и проекционное оборудование, за счёт чего расширились возможности лекционной работы), в настоящее время помещение, занимаемое планетарием, требует капитального ремонта, а оборудование – модернизации. За прошедшие годы технологические возможности планетариев значительно выросли, появилась возможность создания полнокупольных программ, улучшения качества проецируемого изображения. Именно поэтому модернизация звёздного зала необходима для поддержки конкурентоспособности.

К основным задачам проекта в первую очередь относятся следующие шаги:

1. Определение геометрических параметров помещения, расчет трудозатрат и объема материалов для дальнейшего проведения капитального ремонта звёздного зала;
2. проектирование эффективного заполнения пространства звёздного зала;
3. замена устаревшей оптико-механической системы фирмы Карл Цейс;
4. проектирование мест закрепления нового проецирующего и периферийного оборудования;
5. закупка нового цифрового проекционного оборудования;
6. замена стульев в звёздном зале на специальные кресла для планетариев.
7. создание выставочного зала и закупка моделей и материалов, необходимых для учебного процесса.

Для реализации ряда из поставленных задач было принято решение в пользу создания трёхмерной модели существующего звёздного зала. Использование трёхмерных моделей для решения различных инженерных задач проектирования, значительно снижает трудозатраты и процент коллизий, возникающих из за некачественного предпроектного материала.

Создание трёхмерной модели звёздного зала Планетария СГГА, выполнялось на основе данных наземного лазерного сканирования, качественно отображающие конфигурацию и текущее состояние помещения. Такая трёхмерная модель позволяет заблаговременно просчитать все необходимые действия по ремонту и модернизации, установке нового оборудования и облегчает решение задач создания нового дизайна помещения.

Сканирование выполнено наземным лазерным сканером (НЛС) Leica Scanstation C10 [1,2].

Всего выполнено 3 станции установки НЛС одним человеком, с целью максимально перекрыть светотеневые зоны, возникающие, из за различных препятствий на пути распространения лазерного луча. На каждой станции задавалась область сканирования 360° по горизонтали и 270° по вертикали, и плотностью шага сканирования 0.10 м. на расстоянии 100 м. Время выполнения измерений составило ≈ 10 минут. Необходимо отметить, что одной из отличии-

тельных особенностей используемого сканера Leica C10 является, возможность выполнять сканирование области зенита прибора, для этого в конструкции НЛС предусмотрена снимающаяся ручка, при наличии которой перекрывается видимость. Данная особенность используемого НЛС является преимуществом при сканировании внутренних помещений, потолков или высоких объектов.

Для последующей камеральной обработки и объединения полученных данных в единую пространственную точечную модель, использовались геометрические марки «Сферы» -4 штуки, которые были расставлены по периметру сканируемого помещения. Данный тип марок, удобен в работе и не требует разворота при смене точки установки НЛС.

После завершения процесса сканирования, данные НЛС подгружались в ПП Cyclone для дальнейшей обработки. Порядок обработки данных следующий:

- Импорт данных НЛС в ПП Cyclone;
- автоматическое распознавание и идентификация марок «Сфер», на каждой станции сканирования;
- уравнивание и объединение данных НЛС в единую точечную модель;
- фильтрация и сегментация данных, подготовка рабочих материалов;
- трёхмерное моделирование, получение необходимых геометрических параметров.

Процесс уравнивания происходит на основе перекрытия данных с соседних станция сканирования и твердых общих точек марок «сфер».

Средняя квадратическая погрешность уравнивания данных по трем станциям и использованием марок «сфер» составила - 3 мм, в пространстве.

После уравнивания и объединения в единую точечную модель (рис. 2). приступают к процессу фильтрации и моделирования.

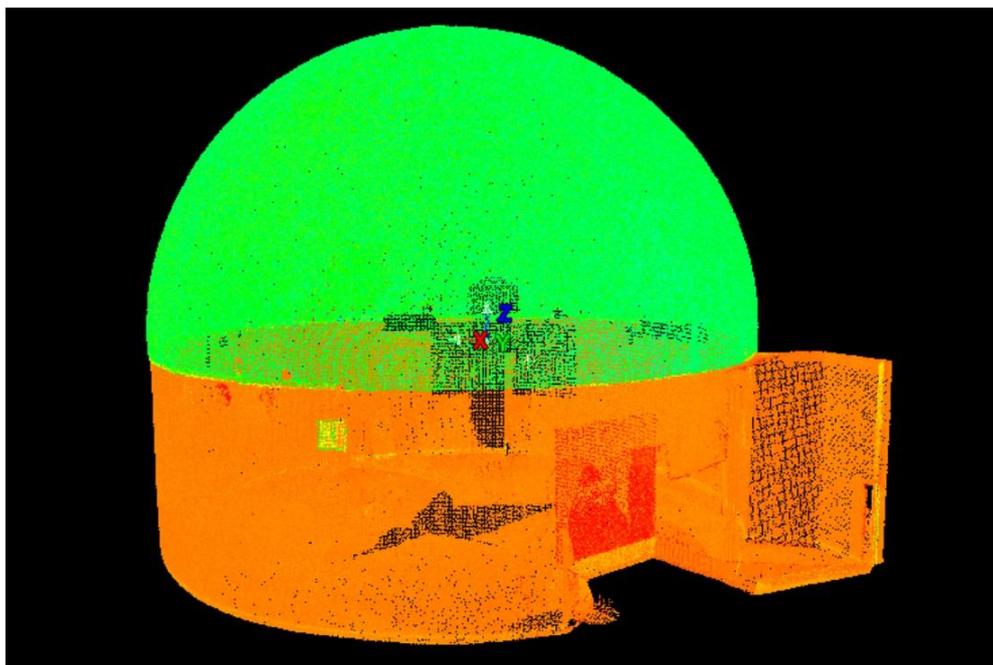


Рис. 2. Трёхмерная точечная модель звёздного зала

Сначала производилась фильтрация (удаление шумов и точек, не несущих полезной информации) точечной модели с целью правильного отображения внутреннего очертания звездного зала [3-7].

Далее выполнялось непосредственное моделирование всех объектов, находящихся в помещении: кресла, оборудование, стены помещения.

Исходя из сложности конфигурации помещения, был применен метод поверхностного моделирования на основе построения триангуляции «Делоне». Данный метод позволяет наиболее качественно отобразить фигуры неправильных форм (рис. 3).

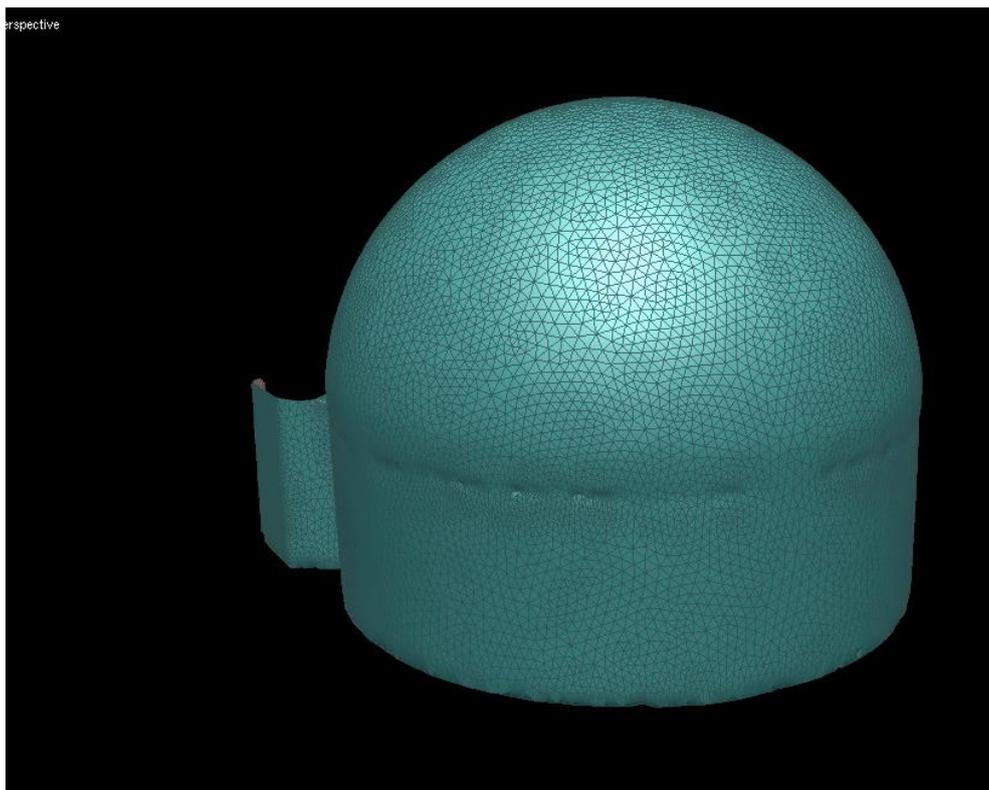


Рис. 3. Трехмерная триангуляционная модель звёздного зала

На основе полученной трёхмерной модели, используя инструменты ПП Cyclone, выполнялось построение в автоматическом режиме вертикальных и горизонтальных сечений модели и создание на их основе чертежей и планов (рис. 4).

В дальнейшем по созданной трехмерной модели и чертежам будут производиться необходимые в процессе ремонта расчеты и проектные работы. Также данная модель пригодна для дальнейшего экспорта в такие программные продукты как: Auto Cad или 3ds Max где, используя уже инструменты этих программ, существует возможность, наложения текстур или моделирования освещения, а также виртуальной оснастки данного помещения, что в свою очередь позволит принять эффективное решение.

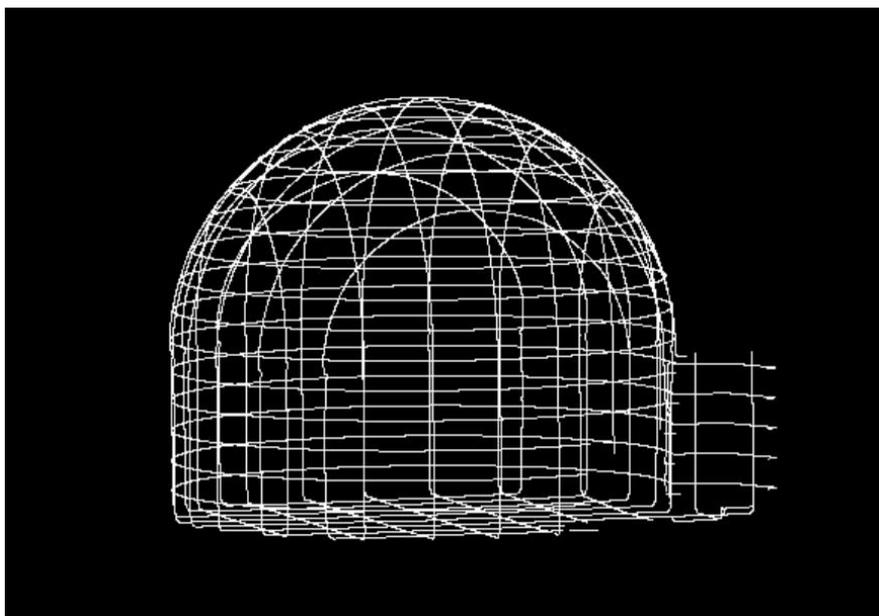


Рис. 4. Сечение модели звёздного зала

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Середович А. В., Дементьева О. А., Горохова Е. И. Трехмерное моделирование участков городских территорий для проектирования инженерных объектов // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 2. – С. 250–255.
2. Комиссаров А. В., Горохова Е. И. Определение деформационных характеристик тоннелей по данным наземного лазерного сканирования // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 2. – С. 256–260.
3. Комиссаров А. В., Горохова Е. И. Обоснование параметров съемки тоннелей методом наземного лазерного сканирования при определении эллиптичности и эксцентриситета его обкладки // Геодезия и аэрофотосъемка. – 2011. – № 3. – С. 81–86.
4. Иванов А. В., Горохова Е. И. Проверка внутреннего очертания тоннеля при помощи наземного лазерного сканера // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 2. – С. 240–245.
5. Применение наземного лазерного сканирования для контроля строительства и капитального ремонта автомобильных дорог / В. А. Середович, Е. И. Горохова, А. В. Иванов, А. В. Середович, И. В. Бородулина, Е. В. Романович // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 2. – С. 245–250.
6. Горохова Е. И. Возможности применения наземного лазерного сканирования при геодезическом обеспечении тоннелей // ГЕО-Сибирь-2008. IV Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 5 т. (Новосибирск, 22–24 апреля 2008 г.). – Новосибирск: СГГА, 2008. Т. 2. – С. 157–160.
7. Горохова Е. И. Мониторинг деформаций тоннелей с помощью наземного лазерного сканирования // ГЕО-Сибирь-2009. V Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 20–24 апреля 2009 г.). – Новосибирск: СГГА, 2009. Т. 2. – С. 254–256.

© А. В. Иванов, Е. И. Горохова, Л. И. Горохова, К. В. Мурашов, 2014

ВЫЯВЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В ИНФРАСТРУКТУРЕ ГОРОДА ПО ДАННЫМ МОБИЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

Владимир Адольфович Середович

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, профессор, проректор по научной и инновационной деятельности, тел. (383) 343-39-57, e-mail: v.seredovich@list.ru

Роман Александрович Попов

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, инженер НИС, e-mail: romalex_profi@mail.ru

Максим Александрович Алтынцев

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, старший преподаватель кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, тел. (383)343-29-66, e-mail: mnbcv@mail.ru

В статье рассмотрена возможность использования данных мобильного лазерного сканирования для выявления изменений в инфраструктуре города.

Ключевые слова: мобильное лазерное сканирование, инфраструктура, выявление изменений.

CHANGE DETECTION IN URBAN ENVIRONMENTS BY MOBILE LASER SCANNING DATA

Vladimir A. Seredovich

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo, professor, vice rector for scientific and innovative activity, tel. (383)343-39-57, e-mail: v.seredovich@list.ru

Roman A. Popov

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo, engineer, SRS, e-mail: romalex_profi@mail.ru

Maxim A. Altyntsev

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo, senior lecturer, engineering geodesy and mine surveying department, tel. (383)343-29-66, e-mail: mnbcv@mail.ru

The opportunity to detect changes in the infrastructure of the city by mobile laser scanning data is considered.

Key words: mobile laser scanning, infrastructure.

В настоящее время при высокой скорости развития городской инфраструктуры появляется проблема быстрого устаревания карт и планов различного масштаба. Встает важная задача своевременного обновления данных материалов. Для решения этой задачи могут применяться те или иные геодезические методы. При выборе способа обновления необходимо учитывать, сколько будет потрачено времени на выполнение работ, а также трудозатраты [1].

Применение современных технологий получения пространственных данных способно значительно ускорить процесс создания новой картографической продукции или обновления уже существующей.

Из таких методов наиболее подходящим для городских территорий является активно развивающееся в последнее время мобильное лазерное сканирование (МЛС). Мобильное лазерное сканирование – это один из видов геодезической съёмки, позволяющих быстро получить точную и подробную информацию о местности. Данному методу находится применение в строительстве, нефтегазовой отрасли, автодорожной отрасли, архитектуре, электроэнергетике и многих других областях [2–4].

В статье рассматриваются две возможности, первая – это использование топографического плана и данных мобильного лазерного сканирования, второй – использование разновременных данных мобильного лазерного сканирования.

Исследования возможности выявления изменений в инфраструктуре города по данным МЛС были выполнены на примере данных, полученных на территорию г. Новосибирска в апреле и сентябре 2013 года, а так же с использованием, полученного на более раннюю дату растровый топографического плана масштаба 1:500. Из всего массива полученных данных в исследованиях использовался участок по улице Красный проспект. Для исследований применялись программные комплексы (ПК) Microstation и Terrasolid.

Исходный растровый топографический план был представлен в местной системе координат города, а данные МЛС – в проекции Меркатора. Поэтому необходимо было перевести точки лазерных отражений (ТЛО) в данную проекцию. Для этого по имеющимся опорным точкам были получены параметры перехода и выполнено трансформирование.

Растровый топографический план был загружен в ПК Microstation и векторизован.

На рис. 1 показан пример наложения контуров векторизованного топографического плана масштаба 1:500 на данные мобильного лазерного сканирования. Как видно из рис. 1, некоторые контура не совпадают с данными МЛС. Это свидетельствует об изменениях ситуации на местности. На рис. 2 приведена технология обновления контуров топографического плана, которая заключается в векторизации по ТЛО мест изменений.

При наличии данных МЛС на один участок местности на разные даты можно отслеживать различные типы изменений в инфраструктуре города, не прибегая к дополнительным картографическим материалам. На рис. 3 показаны в профиле ТЛО участка местности на различные даты съёмки. Зеленым цветом показаны данные на 9 апреля 2013 г. красным на 10 сентября 2013 г.

Процесс выявления изменений по разновременным данным МЛС можно автоматизировать. Условием достоверных результатов выявления изменений являются уравненные с самой высокой точностью ТЛО. Далее необходимо выполнить их автоматическую классификацию. Автоматическая классификация данных МЛС способна надежно выделить дорожное покрытие [5–8].

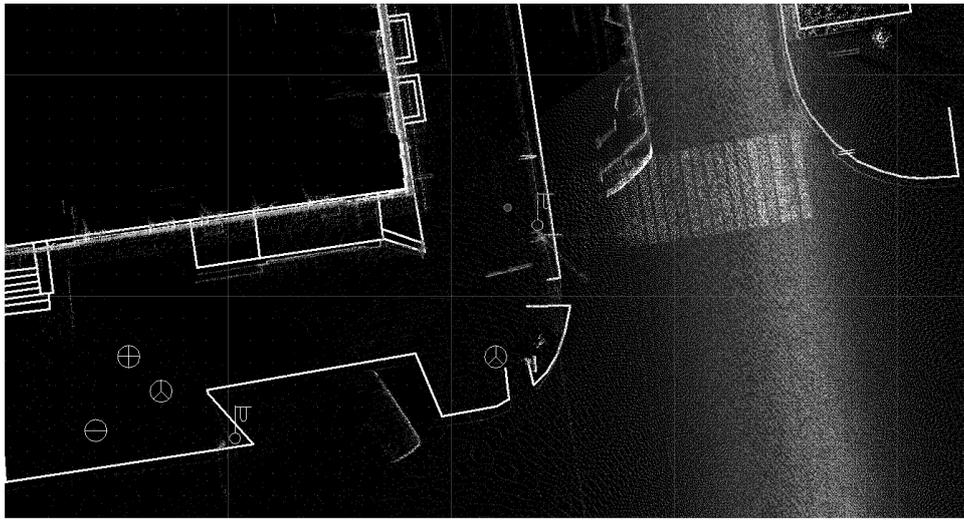


Рис. 1. Наложение контуров плана масштаба 1:500 на ТЛО

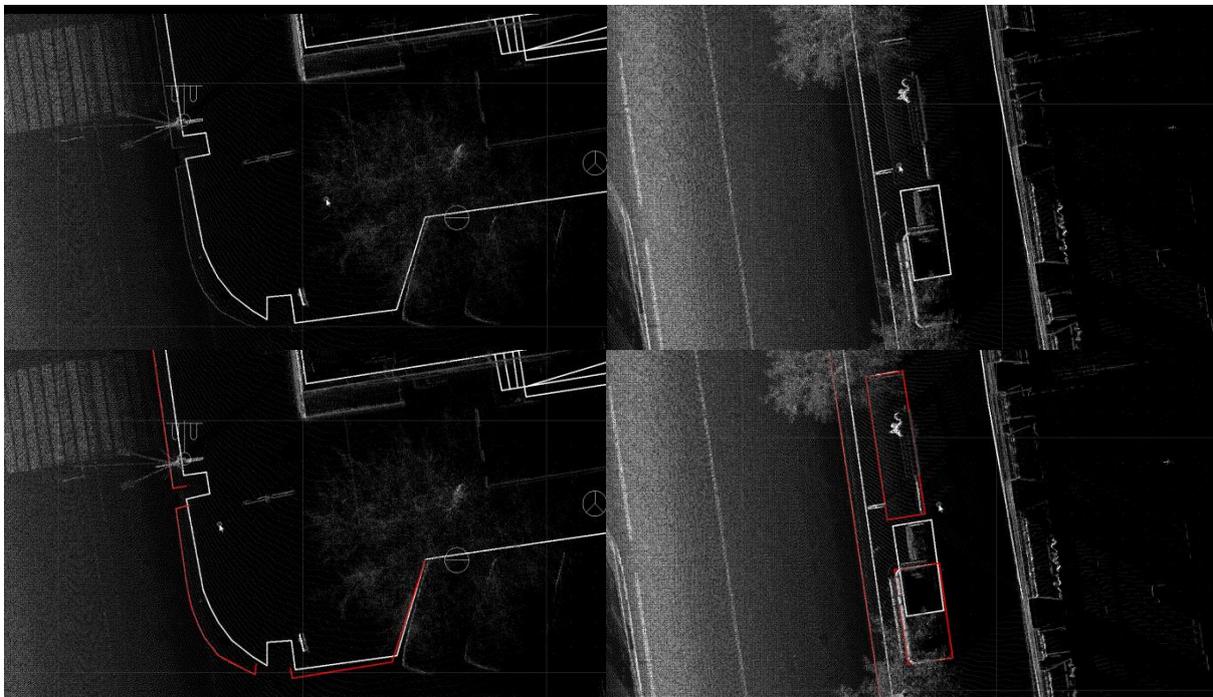


Рис. 2. Обновление контуров топографического плана масштаба 1:500 по данным мобильного лазерного сканирования

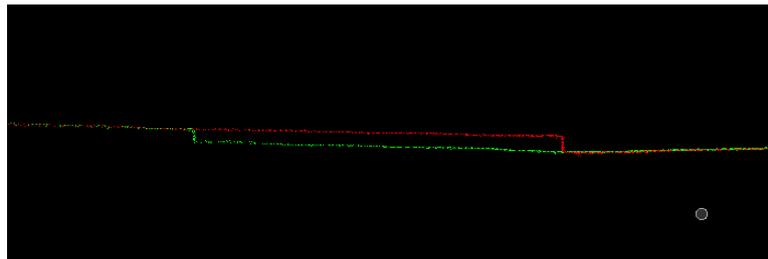
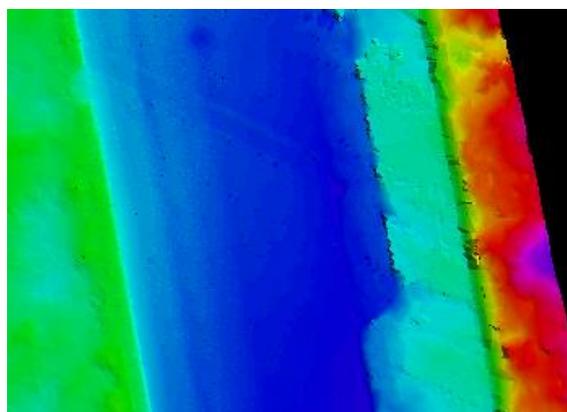
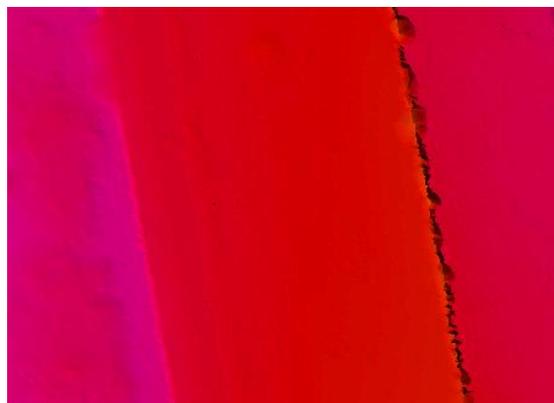


Рис. 3. Выявление изменений по разновременным данным МЛС

На рис. 4 представлены поверхности, созданные по ТЛЮ дорожного покрытия, показаны разновременные модели участка улицы Красный проспект. Из рисунка видны различия в контуре дорожного полотна, так как в промежуток времени между проведением лазерного сканирования на улице были удалены парковочные карманы.



апрель 2013



сентябрь 2013

Рис. 4. Поверхности созданные по классифицированным точкам на различное время съемки

Представленные поверхности можно вычесть, получив тем самым только поверхность, соответствующую изменениям. Для большей точности необходимо разработать алгоритм, позволяющий задавать, какую площадь разностной поверхности считать за изменения, так как данная поверхность может содержать различные шумы. В этом случае процесс автоматизированного выявления изменений ещё сократить временные затраты.

Для выявления изменений в других объектах, необходимо классифицировать их интерактивно, также построить поверхности по необходимому классу и выполнить вычитание.

Таким образом, можно сделать вывод о целесообразности применения мобильного лазерного сканирования для обновления топографических планов и выявления изменений на местности. В результате проведенных работ по данным МЛС был обновлен топографический план масштаба 1:500, а также выявлены изменения, произошедшие за период с апреля по сентябрь 2013 года.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Середович В. А., Алтынцев М. А. Применение данных мобильного лазерного сканирования для создания топографических планов // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 3. – С. 96–100.

2. Деговцев А. А. Технология мобильного лазерного сканирования для выполнения проектно-изыскательских работ // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч.

конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 3. – С. 140–144.

3. Середович В. А., Востров И. В. Обзор современных программных продуктов для создания и использования трехмерных моделей для проектирования автомобильных дорог // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 3. – С. 115–120.

4. Ковач Н. С., Клименок И. В. Возможности применения мобильного лазерного сканирования для мониторинга дорог и сопутствующей инфраструктуры на основе опыта произведённых работ на участках Октябрьской, Рязанской, Смоленской и Брянской железных дорог // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 3. – С. 92–97.

5. Алтынцев М. А., Антипов А. В. Уравнивание данных воздушного лазерного сканирования для создания поверхности дорожного полотна // Инновационные технологии сбора и обработки геопространственных данных для управления природными ресурсами: сб. материалов Междунар. конф. – Алматы, Республика Казахстан: Казахский национальный технический университет имени К. И. Сатпаева, 2012. – С. 24–31.

6. Антипов А. В. Калибровка данных воздушного лазерного сканирования в программном продукте TerraSolid // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 4. – С. 7–10.

7. Середович В. А., Алтынцев М. А., Анцифиров Е. С. Исследование точности уравнивания данных мобильного лазерного сканирования // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 3. – С. 90–95.

8. Широкова Т. А., Антипов А. В., Арбузов С. А. Определение изменений на местности с применением данных лидарной съемки // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 38–45.

© В. А. Середович, Р. А. Попов, М. А. Алтынцев, 2014

МОНИТОРИНГ ДЕФОРМАЦИЙ ТОННЕЛЕЙ В ПО MATLAB

Екатерина Игоревна Горохова

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, ведущий инженер кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, тел. (383)343-29-55, e-mail: e.gorohova@ssga.ru

В статье показаны основные возможности применения ПО MatLab для решения задач мониторинга деформаций тоннелей.

Ключевые слова: внутреннее очертание тоннеля, 3D-модель, поперечные сечения, точность, наземное лазерное сканирование.

TERRESTRIAL LASER SCANNING FOR MONITORING OF TUNNEL DEFORMATIONS USING MATLAB

Yekaterina I. Gorokhova

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo st., senior engineer, tel. (383)343-29-55, e-mail: ekaterina.gorohova@gmail.com

In the article the possibilities of using software MatLab for solution of tunnels deformations monitoring is considered.

Key words: tunnel inner outline, 3D-model, cross-section, accuracy, terrestrial laser scanning.

В работах [1-9] подробно описана методика наблюдения деформаций тоннелей по данным наземного лазерного сканирования в ПО Cyclone, RapidForm, RealWorks Survey, AutoCAD. Однако данные программные пакеты не обладают достаточным функционалом, необходимым для статистического анализа и расчетов. Кроме того, не всегда возможно автоматически выполнять сравнение и определять величины деформационных параметров, что является неудобным и замедляет время обработки результатов измерений.

Для автоматизации математических расчетов используются разнообразные вычислительные средства. Одним из таких пакетов является MatLab – высокопроизводительная система для технических расчетов, включающая вычисления, визуализацию и программирование в удобной среде, где задачи и решения выражаются в форме, близкой к математической. MatLab можно использовать для:

- математических вычислений;
- создания алгоритмов;
- анализа данных, исследования и визуализация;
- научной и инженерной графики;
- разработки интерфейса, включая создание графического интерфейса.

Поэтому была сделана попытка для решения задач определения деформаций тоннелей обработать данные измерений в ПО MatLab. На рис. 1 представ-

лено основное окно программы с частью программного кода и открытым дополнительным окном модуля.

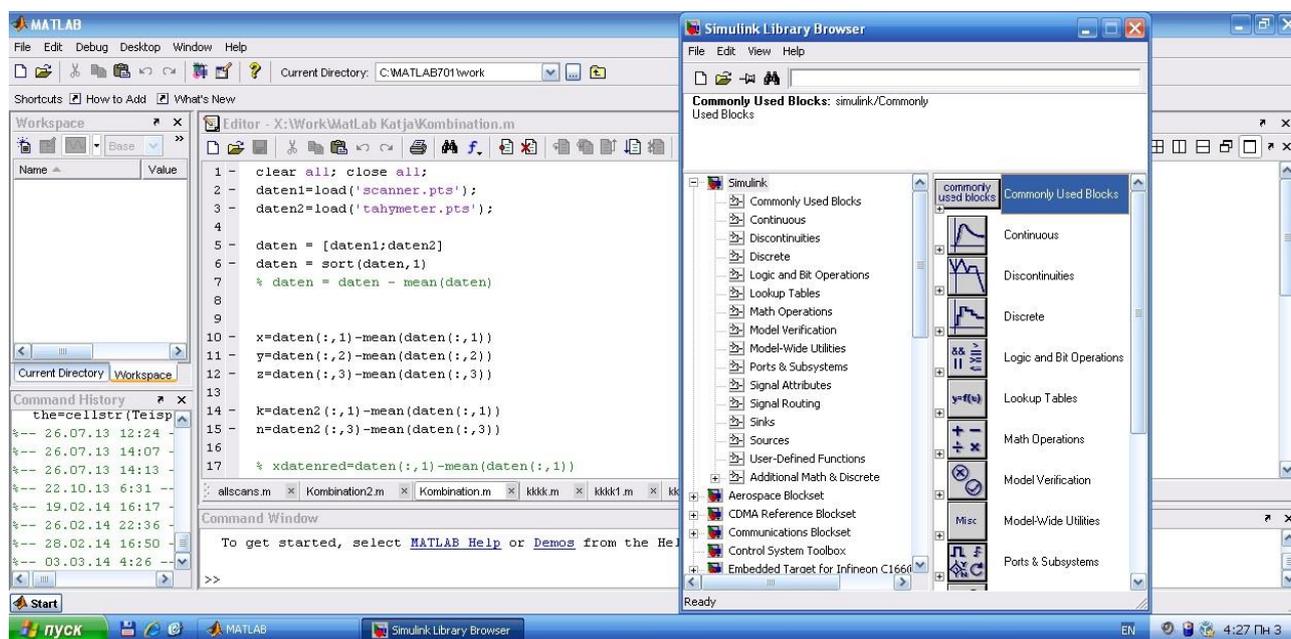


Рис. 1. Главное окно ПО MatLab

Весь процесс обработки данных (загрузка данных, построение профилей тоннеля, сглаживание данных, аппроксимация и интерполяция, анализ данных и выявление деформаций) выполнялся в следующих модулях программного пакета MatLab:

1. Simulink - интерактивный инструмент для моделирования, имитации и анализа динамических систем. Он дает возможность строить графические блок-диаграммы, имитировать динамические системы, исследовать работоспособность систем и совершенствовать проекты. Simulink полностью интегрирован с MatLab, обеспечивает немедленный доступ к широкому спектру инструментов анализа и проектирования. Кроме того, данный пакет предоставляет пользователю широкие возможности по модернизации библиотечных блоков и созданию собственных, а также составлению новых библиотек блоков. В процессе моделирования пользователь может выбирать метод решения дифференциальных уравнений, способ изменения модельного времени (с фиксированным или переменным шагом), а так же следить за процессами, происходящими в системе. Результаты моделирования могут быть представлены в виде графиков или таблиц[11].

2. Curve Fitting Toolbox. Данный модуль MatLab применяется для сглаживания зашумленных данных. Сглаживание производится по нескольким расположенным подряд данным, причем их число обычно подбирается экспериментально.

3. Spline Toolbox MatLab. Пакет прикладных программ для работы со сплайнами. Поддерживает одномерную, двумерную и многомерную сплайн-интерполяцию и аппроксимацию. Обеспечивает представление и отображение сложных данных и поддержку графики. Пакет позволяет выполнять интерполяцию, аппроксимацию и преобразование сплайнов из В-формы в кусочно-полиномиальную, интерполяцию кубическими сплайнами и сглаживание, выполнение операций над сплайнами: вычисление производной, интеграла и отображение. В-форма удобна на этапе построения сплайнов, в то время как кусочно-полиномиальная форма более эффективна во время постоянной работы со сплайном[10].

4. Statistics Toolbox. Пакет прикладных программ по статистике, резко расширяющий возможности системы MatLab в области реализации статистических вычислений и статистической обработки данных. Содержит весьма представительный набор средств генерации случайных чисел, векторов, матриц и массивов с различными законами распределения, а также множество статистических функций. Следует отметить, что наиболее распространенные статистические функции входят в состав ядра системы MatLab (в том числе функции генерации случайных данных с равномерным и нормальным распределением). Основные возможности пакета[11]:

- описательная статистика;
- распределения вероятностей;
- оценка параметров и аппроксимация;
- множественная регрессия и интерактивная пошаговая регрессия;
- моделирование Монте-Карло;
- аппроксимация на интервалах, аппроксимация нелинейной модели;
- моделирование поверхности отклика;
- анализ главных компонент;
- статистические графики;
- графический интерфейс пользователя.

В пакете предусмотрено множество интерактивных инструментов для динамической визуализации и анализа данных.

Таким образом программный пакет MatLab предоставляет широкий спектр возможностей для обработки и анализа геодезических измерений. С его помощью по данным лазерного сканирования возможно:

- создавать Mesh поверхности;
- создавать профили тоннелей;
- выполнять сравнение сечений в автоматическом режиме;
- строить графики и диаграммы на основе сырых и обработанных данных;
- разрабатывать удобный для конечного пользователя интерфейс;
- экспортировать полученные результаты в САД-системы (AutoCAD, Microstation) и т.д.

На рис. 2 показан пример построения поперечного сечения тоннеля в ПО MatLab.

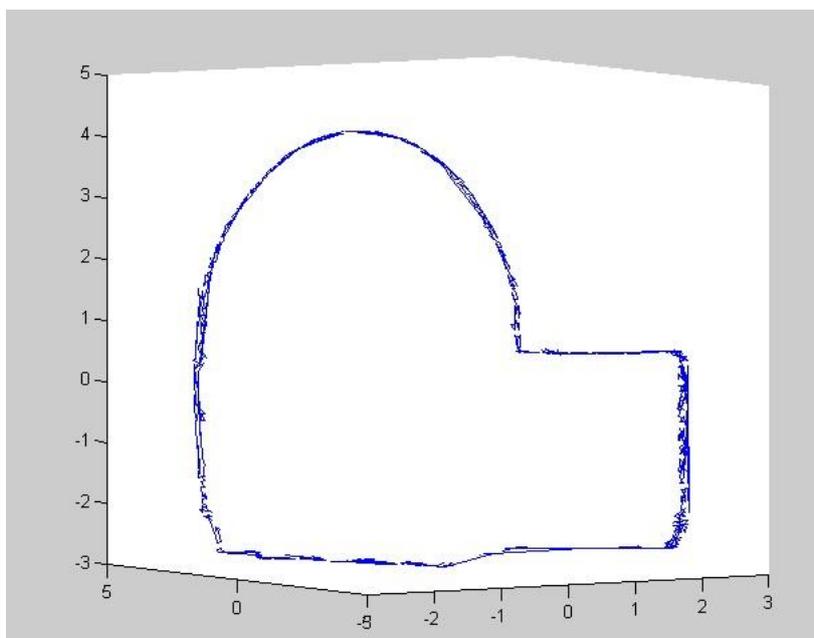


Рис. 2. Пример построения поперечного сечения в ПО MatLab (система координат – условная)

Автор планирует в будущем продолжать исследования в данном направлении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горохова Е. И. Возможности применения наземного лазерного сканирования при геодезическом обеспечении тоннелей // ГЕО-Сибирь-2008. IV Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 5 т. (Новосибирск, 22–24 апреля 2008 г.). – Новосибирск: СГГА, 2008. Т. 2. – С. 157–160.
2. Горохова Е.И. Сравнение традиционных методов и технологии наземного лазерного сканирования при мониторинге деформаций тоннелей // ГЕО-Сибирь-2008. IV Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 5 т. (Новосибирск, 22–24 апреля 2008 г.). – Новосибирск: СГГА, 2008. Т. 2. – С. 173–176.
3. Горохова Е. И. Мониторинг деформаций тоннелей с помощью наземного лазерного сканирования // ГЕО-Сибирь-2009. V Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 20–24 апреля 2009 г.). – Новосибирск: СГГА, 2009. Т. 2. – С. 254–256.
4. Горохова Е. И., Иванов А. В. Опыт применения наземного лазерного сканирования при съемке железнодорожных тоннелей // ГЕО-Сибирь-2009. V Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 20–24 апреля 2009 г.). – Новосибирск: СГГА, 2009. Т. 2. – С. 257–260.
5. Применение наземного лазерного сканирования для контроля строительства и капитального ремонта автомобильных дорог / В. А. Середович, Е. И. Горохова, А. В. Иванов, А. В. Середович, И. В. Бородулина, Е. В. Романович // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 2. – С. 245–250.
6. Середович А. В., Дементьева О. А., Горохова Е. И. Трехмерное моделирование участков городских территорий для проектирования инженерных объектов // ГЕО-Сибирь-

2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 2. – С. 250–255.

7. Комиссаров А. В., Горохова Е. И. Определение деформационных характеристик тоннелей по данным наземного лазерного сканирования // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 2. – С. 256–260.

8. Комиссаров А.В., Горохова Е.И. Обоснование параметров съемки тоннелей методом наземного лазерного сканирования при определении эллиптичности и эксцентриситета его обкладки // Геодезия и аэрофотосъемка. – 2011. – № 3. – С. 81–86.

9. Иванов А. В., Горохова Е. И. Проверка внутреннего очертания тоннеля при помощи наземного лазерного сканера // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 2. – С. 240–245.

10. PIEGL, L., TILLER, W.: The Nurbs Book. Springer, Berlin, 1997.

11. Дьяконов В. П. MATLAB 7.*/R2006/R2007: Самоучитель. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 768 с.: ил.

© Е. И. Горохова, 2014

КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ С УЧЕТОМ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕННОГО СИГНАЛА

Анатолий Геннадьевич Неволин

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, тел. (383)343-29-55, e-mail: agentagn@mail.ru

Татьяна Михайловна Медведская

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, д. 10, старший преподаватель кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, тел. (383)343-29-55, e-mail: mtm2112@yandex.ru

В статье рассматриваются возможности применения результатов наземного лазерного сканирования при строительстве и эксплуатации инженерных сооружений с целью определения влажности, теплопроводности и других параметров по данным коэффициентов лазерных отражений.

Ключевые слова: лазерное сканирование, интенсивность отраженного сигнала, гистограмма распределений, классификация лазерных отражений, эксплуатация инженерных сооружений.

CLASSIFICATION RESULTS TERRESTRIAL LASER SCANNING TO THE COEFFICIENTS OF THE REFLECTED SIGNAL

Anatoly G. Nevolin

Siberian state academy of geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, ul. Plahotnogo, 10, ph.d., associate professor of engineering geodesy and surveying, tel. (383)343-29-55, e-mail: agentagn@mail.ru

Tatiana M. Medvedskaya

Siberian state academy of geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, ul. Plahotnogo, 10, a senior lecturer in engineering geodesy and surveying, tel. (383)343-29-55, e-mail: mtm2112@yandex.ru

This article discusses the possibility of applying the results of terrestrial laser scanning in the construction and operation of engineering structures to determine humidity, thermal conductivity, and other parameters according to the laser reflection coefficients.

Key words: laser scanning, the intensity of the reflected signal, the histogram distributions, classification of laser reflections operation of engineering structures.

Технология наземного лазерного сканирования (НЛС) широко используется для решения задач инженерной геодезии. Данная технология имеет ряд преимуществ по сравнению с другими методами измерений, среди которых можно отметить увеличение скорости работ [1].

Результаты, получаемые с помощью данной технологии, несут большой объем информации, что позволяет говорить о высокой автоматизации процесса сбора пространственных данных об объекте.

Появление новых более производительных моделей сканеров, совершенствование возможностей программного обеспечения способствуют расширению сфер применения лазерного сканирования и требуют разработки новых методов проведения работ при строительстве и эксплуатации инженерных сооружений [2, 3].

Как известно, результатом лазерного сканирования является пространственный массив точек, для каждой из которых записываются координаты, а также численный показатель интенсивности отраженного сигнала (коэффициент отраженного сигнала). Последний показатель определяется свойствами поверхности, от которой отражается сигнал сканирующей системы [4].

Опытным путем была выявлена зависимость значения величины отраженного сигнала от вида сканированной поверхности. Например, по результатам измерений можно определить уровень влажности поверхности, что позволит судить о влагонасыщении, теплоизоляции стен инженерных сооружений, а также об их прочности и долговечности.

Поверхность инженерного сооружения имеет определенную влажность, если она построена из традиционных материалов, таких как дерево, бетон, кирпич. При этом лазерный сканер может служить прибором для измерения влажности поверхности инженерных сооружений.

В ФГБУ ВПО «СГГА» было проведено сканирование сухой и влажной поверхности стены здания лазерным 3D-сканером. Процесс измерений производился несколько раз для получения наиболее достоверного результата. В результате измерений были получены несколько массивов точек для сухой и влажной поверхности стены.

Сведения о результатах измерений приведены на рис. 1 и 2. По результатам измерений видно, что интенсивности (Intensity) отраженного сигнала для сухой и влажной поверхности являются различными.

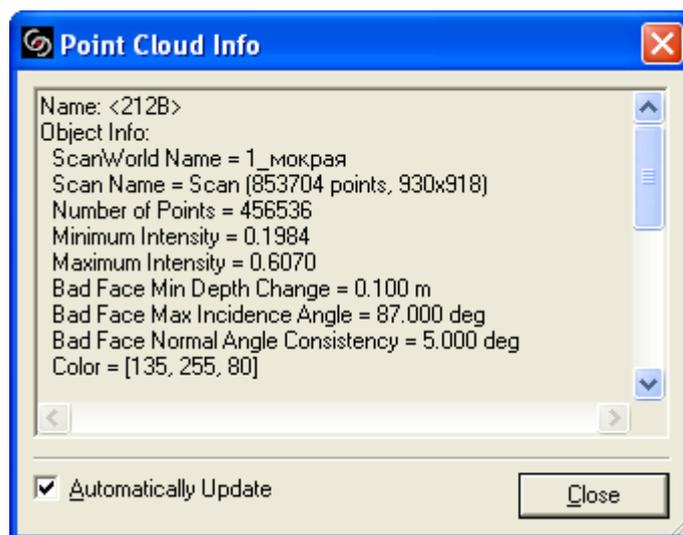


Рис. 1. Информация о результатах измерений влажной поверхности

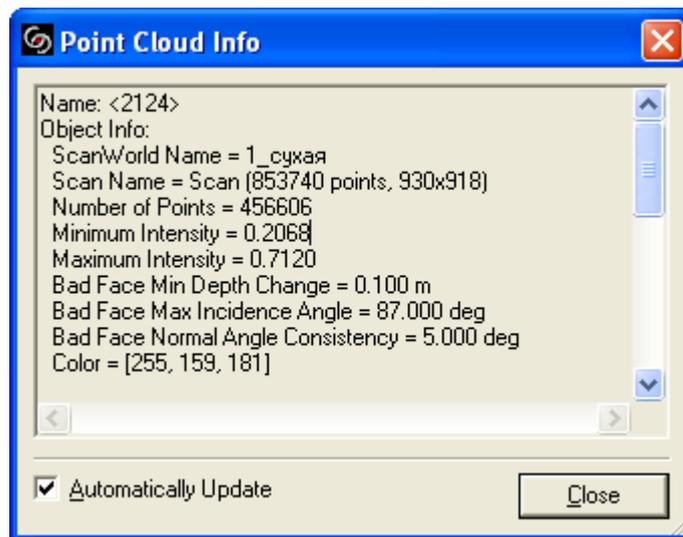


Рис. 2. Информация о результатах измерений сухой поверхности

Для графического представления и статистического анализа полученных результатов сканирования целесообразно построить гистограммы распределений для сухой и влажной поверхности (рис. 3, 4), которые позволят выполнить классификацию совокупности лазерных точек по их отражениям.

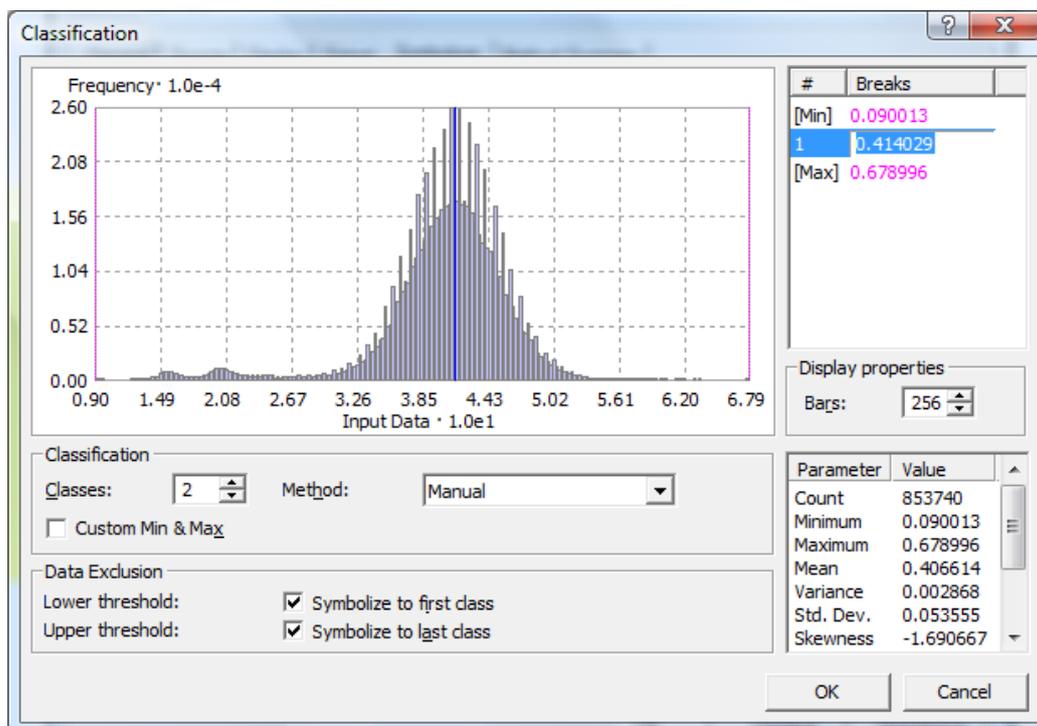


Рис. 3. Гистограмма распределений для сухой стены

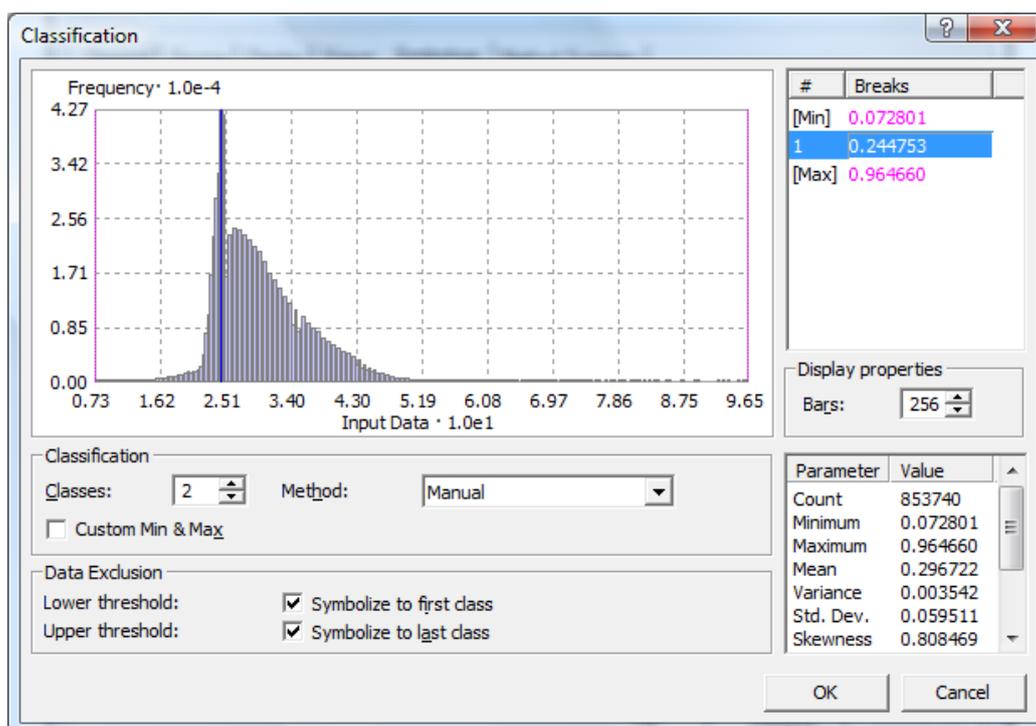


Рис. 4. Гистограмма распределений для влажной стены

В нашем случае гистограммы определяют распределение количества лазерных точек в зависимости от значений коэффициентов отраженного сигнала. Частота распределения результатов сканирования выражается столбиковыми диаграммами, разделенных по интервалам.

Гистограмма лазерных отражений позволяет классифицировать совокупности лазерных точек по их отражениям (например, рис. 3, 4), где по одной (горизонтальной) оси показано усредненное значение коэффициента отражения [7].

В табл. 1 представлены усредненные значения показателя интенсивности отраженного сигнала по результатам измерений влажной и сухой поверхности.

Таблица 1

Значения отраженного сигнала сухой и влажной стены

Номер приема	Средний показатель интенсивности сигнала	
	Сухой стены	Влажной стены
1	0,421	0,249
2	0,392	0,292
3	0,402	0,240
4	0,400	0,235
5	0,404	0,238
Среднее значение	0,404	0,251

После обработки данных по результатам наблюдений замечено, что интенсивность отраженного сигнала при влажной поверхности стены уменьшилась приблизительно в 1,6 раза.

Нормативный срок безаварийной работы конструктивного элемента определяется как максимально допустимый срок работы несущего элемента под статической нагрузкой [9]. Нормативные сроки эксплуатации зданий в целом и конструктивных элементов в отдельности установлены «Положением о проведении планово-предупредительного ремонта жилых и общественных зданий» и утверждены Госстроем.

Нормами установлено, что каменные стены облегченной кладки из кирпича, шлакоблоков и ракушечника имеют нормативный срок эксплуатации 100 лет.

Если рассмотреть влажность стены и принять значение 0,404 за нулевое значение влажности, то 0,251 составит 62,75% от первоначального. Соответственно значение влажности данной стены будет равно 37,25%.

Зная влажность стены можно вычислить значение теплопроводности по следующей формуле:

$$\lambda_w = \lambda_0 + kW, \quad (1)$$

где λ_w - теплопроводность;

λ_0 - теплопроводность полностью сухого материала;

k - коэффициент равный 0,005;

W - влажность.

Таким образом, теплопроводность данной стены составляет 0,84 Вт/м*К.

Полученные значения влажности и теплопроводности говорят о том, что срок эксплуатации здания может уменьшится на 20-30 лет.

По результатам проведенного исследования можно сделать выводы, что методы анализа значений интенсивности отраженного сигнала, позволяют определять влажность стен (поверхностей) инженерных сооружений в процентном содержании, а также теплопроводность и вычислять срок их безаварийной эксплуатации.

Применение технологии лазерного сканирования при контроле состояния инженерных сооружений позволяет значительно снизить временные затраты, сократить расходы на реконструкцию и строительство, перенести технологию проектирования на качественно новый уровень, повысить степень автоматизации и общую производительность труда [10].

Данную методику использования результатов НЛС можно применить для мониторинга состояния земляных и бетонных плотин, а также фундаментов зданий и сооружений.

Исходя из выше изложенного, следует отметить, что в этом случае требуется более детальное исследование методов обработки результатов лазерного сканирования при строительстве и эксплуатации инженерных сооружений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Наземное лазерное сканирование : монография / А. В. Середович, А. В. Комиссаров, Д. В. Комиссаров, Т. А. Широкова. – Новосибирск: СГГА, 2009. – 261 с.
2. Комиссаров Д. В., Дементьева О. А. Опыт применения технологии лазерного сканирования при проектировании и контроле монтажа фасадов зданий // ГЕО-Сибирь-2007. III Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 25–27 апреля 2007 г.). – Новосибирск: СГГА, 2007. Т. 1, ч. 2. – С. 126–128.
3. Комиссаров А. В. Исследование точности построения цифровой модели рельефа по данным наземного лазерного сканирования // ГЕО-Сибирь-2006. Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 24–28 апреля 2006 г.). – Новосибирск: СГГА, 2006. Т. 1, ч. 2. – С. 12–14.
4. Комиссаров Д. В., Иванов А. В. Обзор программных продуктов для обработки данных наземного лазерного сканирования // ГЕО-Сибирь-2005. Науч. конгр. : сб. материалов в 7 т. (Новосибирск, 25–29 апреля 2005 г.). – Новосибирск: СГГА, 2005. Т. 1. – С. 205–206.
5. Комиссаров Д. В., Середович А. В. Использование технологии трехмерного лазерного сканирования при строительстве, эксплуатации и проектировании инженерных сооружений // Стр-во и город. хоз-во Сибири. – 2004. – № 10. – С. 72–73.
6. Комиссаров Д. В., Середович А. В. Априорная оценка точности результатов наземного лазерного сканирования для топографической съемки // ГЕО-Сибирь-2007. III Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 25–27 апреля 2007 г.). – Новосибирск: СГГА, 2007. Т. 1. – С. 134–137.
7. Шовенгерд Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. Перевод с английского А. В. Кирюшина, А. И. Демьяникова. Техносфера. – М., 2010. – 560 с.
8. Cyclone CloudWorx for AutoCAD & Bentley CloudWorx [Электронный ресурс]: сайт компании Leica Geosystem AG. – Режим доступа: http://www.leicageosystem.com/hds/en/lgs_6517.htm
9. Середович А. В., Мифтахудинов А. Р., Иванов А. В. Измерение колебаний инженерных объектов на основе данных наземного лазерного сканирования // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 2. – С. 137–139.
10. Мониторинг деформаций сооружений в сочетании с технологией трехмерного моделирования / А. В. Комиссаров, Д. В. Комиссаров, Т. А. Широкова, В. А. Середович, А. В. Середович, Г. Н. Ткачева, С. С. Студенков // Геодезия и картография. – 2006. – № 6. – С. 12–14.

© А. Г. Неволин, Т. М. Медведская, 2014

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ВНУТРЕННИХ ОТВАЛОВ РАЗРЕЗА «БОГАТЫРЬ»

Виктор Николаевич Долгонос

Карагандинский государственный технический университет, 100027, Республика Казахстан, г. Караганда, Бульвар Мира, 56, доктор технических наук, профессор кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (7212)56-26-27, e-mail: vdolgonosov@gmail.com

Петр Сергеевич Шпаков

Муромский филиал Владимирского государственного университета, 602250, Россия, г. Муром, ул. Орловская, 23, доктор технических наук, профессор, тел. 677(49234)77101

Ольга Васильевна Старостина

Карагандинский государственный технический университет, 100027, Республика Казахстан, г. Караганда, Бульвар Мира, 56, кандидат технических наук, доцент кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (7212)56-26-27

Нурлан Газисович Бесимбаев

Карагандинский государственный технический университет, 100027, Республика Казахстан, г. Караганда, Бульвар Мира, 56, магистрант кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (7212)56-26-27, e-mail: bessnurlan.kz@mail.ru

В статье дан анализ проектных решений и выполнена корректировка устойчивости внутренних отвалов, учитывающая предельную высоту яруса и наличие слабого основания.

Ключевые слова: расчет устойчивости внутренних отвалов, прочностные характеристики пород в отвалах и по контакту угольного пласта, расчетные схемы, коэффициент запаса устойчивости.

CALCULATION OF THE OF THE INTERNAL DUMP PARAMETERS OF «BOGATYR» COAL STRIP MINE

Viktor N. Dolgonosov

Karaganda state technical university, Kazakhstan Republic, 100027, Karaganda, 56 Mira avenue, doctor of engineering, associate professor of «Mine survey and geodesy» department, prof., tel. 8(7212)56-26-27, e-mail: vdolgonosov@gmail.com

Petr S. Shpakov

Murom, Vladimir State University branch, 602250, Russia, Murom, Orlovski st., 23, doctor of engineering, prof., tel. 677(49234)77101

Olga V. Starostina

Karaganda state technical university, 100027, Kazakhstan Republic, Karaganda, 56 Mira avenue, cand. tech. sci., associate professor of «Mine survey and geodesy» department, tel. (7212)56-26-27

Nurlan G. Besimbaev

Karaganda state technical university, 100027, Kazakhstan Republic, Karaganda, 56 Mira avenue, postgraduate student of «Mine survey and geodesy» department, tel. (7212)41-11-88, e-mail: bessnurlan.kz@mail.ru

The analysis of the project design is conducted. Correction of the stability of the internal dumps, considering the maximum allowable height of the tier and existence of the weak foundation, was made.

Key words: internal dumps stability analysis, strength properties of the rock in the dumps and weak layer.

Перспективным планом развития Богатырского комплекса на период 2011–2025 гг. проектом, разработанным ТОО «Карагандагипрошахт и К» [1] предусматривается создание внутренних отвалов. Внутреннее отвалообразование обусловлено техническими возможностями существующего железнодорожного транспорта в условиях жесткой ограниченности фронта вскрышных работ.

С вводом в эксплуатацию внутреннего отвала и его развития действие внешних отвалов Степной и Локальный прекращается к 2015 году. С 2016 г. в эксплуатации остается единственный внешний отвал «Прибортовой», на который складироваться объемы вскрыши с верхних уступов разреза.

В соответствии с планом развития горных работ начало отсыпки внутреннего отвала было выполнено в 2011 году. По срокам и направлению развития отвальных работ выделены внутренние отвалы №1 и №2.

Устойчивость внутреннего отвала в соответствии с «Правилами обеспечения устойчивости откосов на угольных разрезах» [2] будут зависеть от следующих параметров: процентного соотношения во вскрыше отдельных литологических разностей пород; сопротивления сдвигу отвальных пород; прочностных свойств пород основания отвалов, включая характеристики сопротивления сдвигу по контактам отвалов - основание или контактам в породах основания отвалов; технологии отвалообразования.

Внутренний отвал располагается на глубине 270 м от земной поверхности. Основанием отвала будут служить углистые породы почвы пласта 3 и прослоек внутренней вскрыши лежачего бока (нижней части стационарного борта в синклинальной части участка 5 на границе с участком 9).

С учетом структурных особенностей массива, ВНИМИ рекомендованы следующие средневзвешенные физико-механические характеристики прибортового массива: объемный вес $\gamma = 2,40$ тн/м³; угол внутреннего трения $\rho = 32^\circ$; сцепление $k = 428,0$ кПа [3].

Породы, слагающие стационарный борт по прочности относятся к группе пород средней крепости.

Внутренний отвал по горно-геологическим условиям отвалообразования может быть отнесен к отвалам прочных пород на прочном горизонтальном (по р.л. № 27) или слабом наклонном (по р.л. № 42 и № 82) основании.

Проектом перспективного развития разрезы «Богатырь» [1] приняты следующие параметры внутренних отвалов (табл. 1).

Проектные параметры внутренних отвалов

Количество ярусов	Высота яруса / отвала, м	Ширина площадки, м	Генеральный угол откоса отвала, град
Отвал № 1			
3	75 / 225	60	27,5
Отвал № 2			
4	75 / 300	120	20,1

Поперечные сечения отвалов с профилями откосов представлены на рис. 1 и 2.

Средние прочностные характеристики пород в отвалах и по контакту угольного пласта 3 были определены Казахским филиалом ВНИМИ [3].

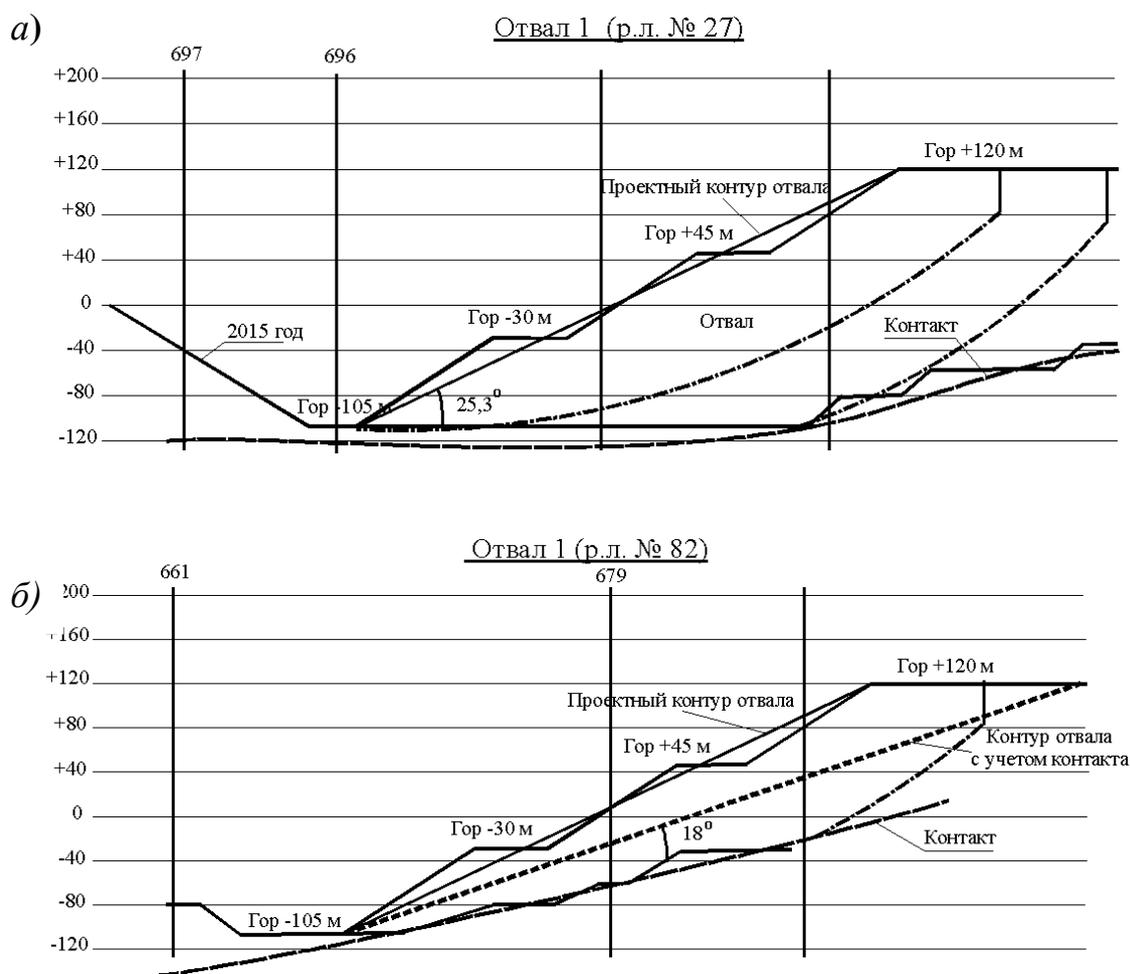


Рис. 1. Проектные профили откосов внутреннего отвала № 1

Отвал 2 (р.л. № 42)

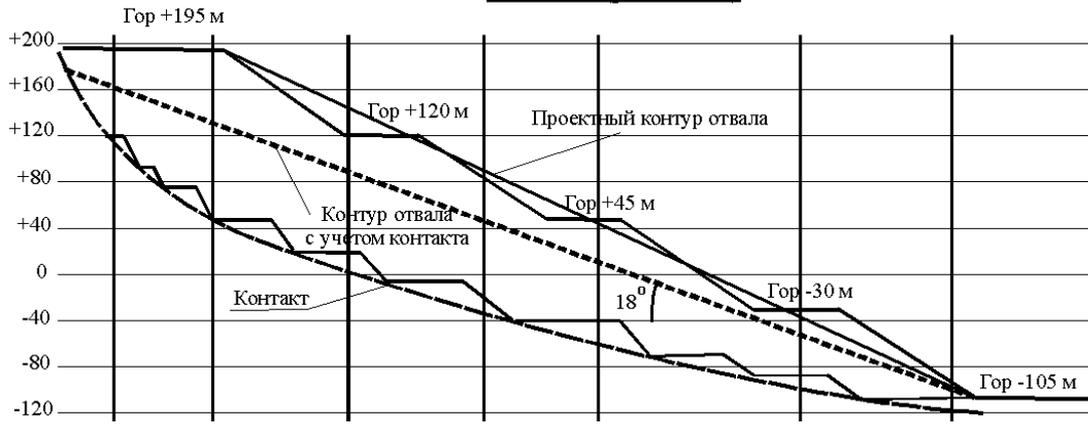


Рис. 2. Проектный профиль откоса внутреннего отвала № 2

С учетом длительного срока службы отвалов, в соответствии с нормативными документами [2] в нормативные характеристики вводим коэффициент запаса $n_3 = 1,3$. Тогда расчетные характеристики пород будут:

- отвала $\rho_p = 24,8^\circ$; $tg\rho_p = 0,462$; $k_p = 0,92 \text{ тн/м}^2$;

- основания $\rho'_p = 14,1^\circ$; $tg\rho'_p = 0,250$; $k' = 0,77 \text{ тн/м}^2$.

По данным исследований, выполненных на месторождениях Казахстана [4], сцепление полускальных пород в теле отвала изменяется в достаточно широких пределах: от 10 – 12 до 35 – 40 кПа.

Выполним расчет устойчивости отдельного яруса и многоярусного отвала (без учета слабого основания). Предельная высота откоса с углом наклона $\alpha = 33^\circ$ при указанных выше расчетных характеристиках пород отвала составит 29,5 м. С учетом коэффициента запаса ($n_3 = 1,3$) и принятого минимального значения сцепления можно принимать высоту яруса отвала не более 30 м.

Результаты расчета устойчивости многоярусного отвала для высоты яруса 30 м приведены в табл. 2.

При увеличении числа ярусов отвала ($n > 7$) замена ступенчатого профиля на прямолинейный не приводит к существенной погрешности оценки коэффициента запаса устойчивости. Как следует из табл. 1, максимальные отклонения не превышают 5%, расчеты в пределах инженерной точности, причем данная погрешность идет в сторону уменьшения коэффициента устойчивости, т.е. «в запас». Выполним оценку устойчивости отвала с учетом слабого основания (контакта):

1) отвал 1: при выбранных конструктивных параметрах (7 ярусов, $\alpha_{\text{яр}} = 33^\circ$, $h_{\text{я}} = 30 \text{ м}$, $H_{\text{отв}} = 210 \text{ м}$, $b = 20 \text{ м}$, $\alpha_{\text{ген}} = 25,3^\circ$) $n = 0,791$, следовательно, отвал неустойчив. Предельный угол откоса равен $18,5^\circ$, т.е. генеральный угол откоса не должен превышать 18° (рис. 1б). Предельная высота первого яруса при $\alpha_{\text{яр}} = 33^\circ$ составляет 15 м;

2) отвал 2: при выбранных конструктивных параметрах (10 ярусов, $\alpha_{яр} = 33^\circ$, $h_{я} = 30$ м, $H_{отв} = 300$ м, $b = 20$ м, $\alpha_{ген} = 25,0^\circ$) $n = 0,788$ отвал неустойчив. Предельный угол откоса равен $18,2^\circ$, т.е. генеральный угол откоса также не должен превышать 18° (рис. 2).

Таблица 2

Результаты расчета устойчивости отвала

Ширина площадки	Коэффициент запаса	Ширина призмы, м	Генеральный угол откоса отвала, град
1 ярус ($\alpha=33^\circ$, $h_{я} = 30$ м, $H_{отв}=30$ м)			
- - -	1,005	5,0	33
2 яруса ($\alpha_{яр}=33^\circ$, $h_{я} = 30$ м, $H_{отв} = 60$ м)			
10	1,004	4,0	30,4
20	1,135	6,0	28,1
30	1,273	8,0	26,1
3 яруса ($\alpha_{яр}=33^\circ$, $h_{я} = 30$ м, $H_{отв} = 90$ м)			
10	0,989	4,0	29,6
20	1,142	6,0	26,7
30	1,299	8,0	24,4
5 ярусов ($\alpha_{яр}=33^\circ$, $h_{я} = 30$ м, $H_{отв} = 150$ м)			
20	1,133 / 1,087	6,0	25,7
7 ярусов ($\alpha_{яр}=33^\circ$, $h_{я} = 30$ м, $H_{отв} = 210$ м)			
20	1,126 / 1,092	4,0	25,3
10 ярусов ($\alpha_{яр}=33^\circ$, $h_{я} = 30$ м, $H_{отв} = 300$ м)			
20	1,121 / 1,095	4,0	25,0

Анализ результатов расчетов позволил сделать следующие выводы и дать рекомендации по обеспечению долговременной устойчивости откосов отдельных ярусов и внутреннего отвала в целом.

1) Формирование нижнего яруса внутреннего отвала необходимо осуществлять по возможности наиболее прочными вскрышными породами (аргиллитами, алевролитами, песчаниками) с глубоких горизонтов разреза.

2) По возможности уменьшить угол наклона 1-го яруса, либо разбить его на два подступа по 15 м каждый с площадкой между уступами 15 – 20 м, для надежного обеспечения его долговременной устойчивости.

3) Для вышележащих ярусов, основанием которых будут служить устоявшиеся породы нижних ярусов, высота устойчивого яруса должна приниматься с учетом технологических соображений равной 25 - 30 м.

4) Ширина междуярусных площадок должна приниматься с учетом следующих вопросов: технологии отвалообразования; обеспечения генерального угла откоса отвала не более 18° ; при автомобильном отвалообразовании согласно

технологических схем применяемых типов автосамосвалов ширина транспортных берм должна приниматься на прямолинейных участках дороги - не менее 35 м, а на поворотах дороги - не менее 40 м.

5) Складирование слабых и выветрелых вскрышных пород при автомобильном и железнодорожном транспорте допускается только в верхние ярусы высотой не более 15 м.

6) При складировании в отвальные ярусы пород с различных вскрышных уступов, обладающих резко различными характеристиками сопротивления сдвигу, не допускать отсыпку слабых глинистых пород слоями по поверхности откоса, создающими косослоистое строение отвала. Для повышения устойчивости отвальных ярусов следует стремиться к максимальному усреднению состава отсыпаемых пород.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технический проект. Разработка горно-транспортной части по добыче и вскрыше на период до 2025 г. с переходом на автомобильно-конвейерную технологию с усреднением угля на разрезе «Богатырь» / ТОО «Карагандагипрошахт и К». – Караганда, 2005.

2. Правила обеспечения устойчивости на угольных разрезах. ВНИМИ. - СПб, 1998. – 208 с.

3. Отчет «Разработка практических рекомендаций по параметрам устойчивых бортов и внешних отвалов разреза «Богатырь» ПО «Экибастузуголь» / ВНИМИ, Казахский филиал. – Караганда, 1976.

4. Попов И.И., Шпаков П.С., Поклад Г.Г. Устойчивость породных отвалов. – Алма-Ата: Наука, 1987. – 224 с.

© В. Н. Долгоносков, П. С. Шпаков, О. В. Старостина, Н. Г. Бесимбаев, 2014

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ МАРКШЕЙДЕРСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

Ольга Газисовна Бесимбаева

Карагандинский государственный технический университет, 100027, Республика Казахстан, г. Караганда, Бульвар Мира, 56, кандидат технических наук, доцент кафедры Маркшейдерского дела и геодезии, тел. (7212)56-26-27, e-mail: bog250456@mail.ru

Елена Николаевна Хмырова

Карагандинский государственный технический университет, 100027, Республика Казахстан, г. Караганда, Бульвар Мира, 56, кандидат технических наук, доцент кафедры Маркшейдерского дела и геодезии, тел. (7212)56-26-27, e-mail: hmyrovae@mail.ru

Антон Сергеевич Бедарев

Шахта «Казахстанская» УД АО «АрселорМиттал Темиртау», 100027, Республика Казахстан, г. Караганда, Бухар-Жырау 16, магистр технических наук, ведущий маркшейдер шахты «Казахстанская»

Анель Омировна Даулетова

Карагандинский государственный технический университет, 100027, Республика Казахстан, г. Караганда, Бульвар Мира, 56, магистрант кафедры Маркшейдерского дела и геодезии, тел. (7212)56-26-27, e-mail: adonchik_1990@mail.ru

В статье рассмотрен вопрос применения 3D моделирования с целью цифрового изображения структуры залегания горных пород и анализа геологических нарушений, для создания геологической 3Д модели пласта ТЗ.

Ключевые слова: геологическая модель пласта, цифровая модель, моделирование, программное обеспечение.

RESEARCH OF THE OPPORTUNITIES OF 3D MODELING FOR MINE SURVEYING SUPPORT OF MINING WORKS

Olga G. Besimbaeva

Karaganda state technical university, 100027, Kazakhstan Republic, Karaganda, 56 Mira avenue, cand. tech. sci., associate professor of «Mine survey and geodesy» department, tel. (7212)56-26-27, e-mail: bog250456@mail.ru

Elena N. Khmyrova

Karaganda state technical university, 100027, Kazakhstan Republic, Karaganda, 56 Mira avenue, cand. tech. sci., associate professor of «Mine survey and geodesy» department, tel. (7212)56-26-27, e-mail: hmyrovae@mail.ru

Anton S. Bedorev

Mine «Kazakhstan» UD JSC «ArcelorMittal Temirtau», 100027, Republic of Kazakhstan, Karaganda Bukhar Zhyrau, 16, Master of Engineering Science, the leading mine surveyor «Kazakhstan», tel. (7212)56-26-27

Anel O. Dauletova

Karaganda state technical university, 100027, Kazakhstan Republic, Karaganda, 56 Mira avenue, master student of «Mine survey and geodesy» department, tel. (7212)56-26-27, e-mail: adonchik_1990@mail.ru

The article discusses the use of 3D modeling for digital imaging of rock occurrence structure and analysis of geological faults and for creation of a 3D geological model of T3 coal seam.

Key words: geological reservoir model, digital model, simulation software.

Использование 3-D моделирования для маркшейдерского обеспечения горных работ обеспечивает эффективное функционирование угольных шахт в условиях конкурентной среды. В статье рассматривается вопрос о использовании и внедрении цифровых объемных моделей для шахты «Казахстанская» Карагандинского угольного бассейна.

Программное обеспечение Surpac позволяет импортировать скважины из файлов MDB, текстовых файлов практически любых форматов, а также из файлов 30-ти стандартных форматов, подготовленных в других программах. Скважины могут быть как вертикальными, так и наклонными. Использование в формулах неограниченного числа атрибутов, применение фильтров в сочетании с любым размером и разрешением сетки, дают возможность получить точную цифровую модель пластов любого размера. Информация о скважинах может храниться в рисунке или во внешней Базе Данных Microsoft Access.® или SQLite. Информацию о скважинах, вставленных в рисунок, легко получить с помощью инспектора скважин – при подведении курсора к скважине информация выводится на экран рядом с ней. Изменение данных скважины в рисунке ведет к соответствующему изменению в Базе Данных скважин рис. 1 [1].

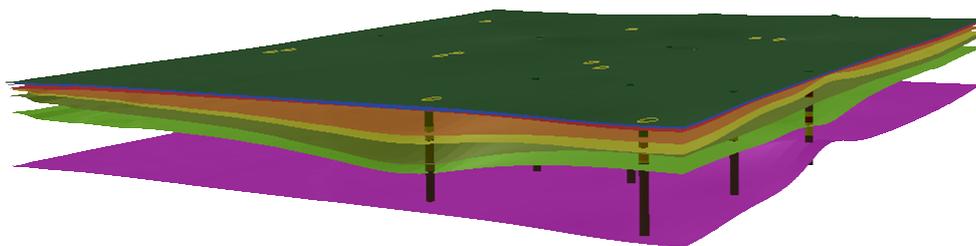


Рис. 1. Изображение модели по скважинам

Редактировать скважины можно как по отдельности, так и в специальной электронной таблице, в которой выделены отдельные поля для редактирования отметки устья скважины, информации о пластах и качественных характеристик пластов. Каждому пласту в выработке можно присвоить имя основания, чтобы в дальнейшем получать обобщенные характеристики. Более того, основания можно разбивать. Так 15 м пласт можно автоматически разделить на несколько

частей по мощности или по сеткам для подсчета характеристик по новым основаниям [2].

Этот механизм можно использовать для выполнения расчетов по уступам. Результаты анализа выводятся в текстовые отчеты различной формы, а графически результаты моделирования можно представить в виде карт в изолиниях, геологических разрезов, блок-диаграмм. Программа Assay, Curvey включает команды для ввода данных по скважинам, редактирования и анализа данных [2].

Тектоника нарушенности поля шахты «Казахстанская» значительная и относится к группе участков «относительно сложного строения» по К. В. Миرونору (Справочник, 1982 г.). Взброс 19 разрывает пласты Долинской свиты и пласты T_1 и T_3 Тентекской свиты. Амплитуда уменьшается от 60 до 10 м. Угол падения плоскости смещения постепенно уменьшается в северо-западном направлении от 70° до 15° . Плоскость смещения падает на запад и юго-запад. Взброс прослеживается на протяжении 4000 м [3]. Взброс 21 разрывает пласты Долинской свиты от d_1 до d_{10} . Простирается почти параллельно взбросу 19. Амплитуда уменьшается с глубиной от 60 до 10 м. Прослеживается на протяжении 2700 м. Плоскость взброса падает на запад и юго-запад под углами от 25° до 55° . Почти все мелкие встречные нарушения имеют развитие в пределах одного пласта: амплитуда от 0,2 до 0,5 м; протяженность – не более 100 м. Большая часть меж амплитудных нарушений встречается на юге поля, вблизи взброса 19 и 21. Положение сместителя характеризуется повышенной трещиноватостью пород. Трещиноватость преимущественно закрытого типа. Мощность зоны интенсивно-трещиноватых пород незначительна и, как правило, не превышает от 10 до 20 м. На рис. 2 показан разрез по пласту T_3 с нарушениями взброса и сброса [3].

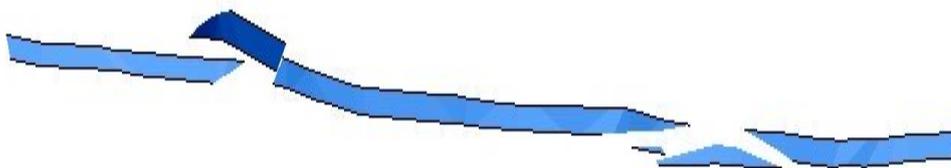


Рис. 2. Разрез по пласту T_3 по нарушениям взброса и сброса

Все вышеуказанные крупные разрывные нарушения, малоамплитудная нарушенность, полные и частичные размывы и выклинивания затрудняют ведение очистных работ, повышают эксплуатационные потери угля в недрах, как по мощности, так и по площади, а также повышают зольность добываемого угля.

На шахте «Казахстанская» УД АО «АрселорМиттал Темиртау» в 2012 году начаты работы по моделированию геологической 3-D модели шахтного поля с применением программных средств Surpac, AutoCad и других. Для реализации

проекта создается база данных на основе анализа исходной геологической информации, полученной более чем с 750 геологических скважин, отражающей строение земной коры до глубины отработки угольных пластов. Целью работы является автоматизация процессов геолого-маркшейдерского и горнотехнического моделирования Карагандинского угольного месторождения для повышения эффективности и безопасности горных работ на шахтах.

Геологическая модель является первичной. На её основе можно решать различные горно-геометрические и технологические задачи. Такие как планирование горных работ и прогнозы. Геомеханическая цифровая модель строится на основе геологической модели для решения определенной проблемы. Отличие геомеханической модели от геологической состоит в том, что помимо геологических факторов она должна отражать механические процессы, происходящие в массиве. Разработка расчетных геомеханических моделей горного массива невозможна без четкого представления о механизме деформирования пород в приконтурной зоне горных выработок, что требует организации и проведения специальных натуральных и лабораторных исследований, а также систематических маркшейдерских наблюдений на поверхности и в шахте [4].

Массив горных пород является сложной физической средой, обладающей целым рядом специфических особенностей, которые в значительной степени определяют его механические и прочностные характеристики. В общем случае породный массив является физически дискретной, неоднородной, анизотропной средой, механические процессы деформирования которой носят нелинейный, переменный во времени характер. Математическое описание подобной среды является крайне сложным. Поэтому при выборе методов анализа состояния горного массива, математического описания наблюдаемых в нем процессов приходится прибегать к схематизации рассматриваемых явлений и свойств массива. В результате создается расчетная геомеханическая модель, приближенно отражающая природу рассматриваемого процесса в горном массиве [4].

Построение геологической модели пласта t_3 шахты «Казахстанская», запасы по которому составляют порядка 35 млн. тонн. Выемочное поле шахты по пласту t_3 имеет размеры: по простиранию 6900м, по падению 3900м, пласт опасный по пыли, не опасный по горным ударам, угрожаемый по внезапным выбросам угля и газа с глубины 230м, склонен к самовозгоранию. Средняя вынимаемая мощность 1,60м, марка угля КЖ. Способ отработки пласта принят длинными столбами по простиранию протяженностью по 3 км и длинами лав по 250 метров запасами лав по 1 – 3 млн. тонн. Угол падения пласта от 10° до 17° . Очистные работы производятся струговыми лавами, которые обеспечивают меньшую зольность, так как настройка струга и благоприятная гипсометрия пласта позволяют вынимать мощность угольной пачки 1.5 м без засорения угля породой [3].

После ввода данных по скважинам можно построить геологические карты. Скважины можно указать непосредственно в рисунке или же создать макросы для автоматического получения сеток пластов. Сетки хранятся на диске, и по ним легко строятся различные карты, разрезы, блок-диаграммы [2].

Программа включает такие важные инструменты моделирования, как обработку несогласных залегающих, выклинивания, нарушений, разделения пластов, определение выхода на поверхность. Для создания более достоверной модели используются дополнительные данные изысканий – линии ограничения для выходов на поверхность, 3D полилинии для почвы пластов, бороздовые пробы. При добавлении новых скважин использование макросов позволяет быстро перестроить модель месторождения и получить новые характеристики. Возможности «Инспектора Рисунка» позволяют динамически получать информацию об элементах модели. ПО Surpac поддерживает основные методы моделирования: триангуляции, обратных расстояний, кригинга, полиномиальный и наименьших квадратов. Вычисление остатков для заданной характеристики разными методами позволяет определить ошибку, связанную с методом. Уникальной возможностью являются операции над сетками: алгебраические, объединение, экстраполяция, изменение разрешения. После создания сеток пластов легко подсчитываются запасы в пределах любой замкнутой полилинии. Геологическая модель пласта t_3 представлена на рис. 3 [1].



Рис. 3. Геологическая модель пласта t_3

По мере завершения работ по заполнению баз данных и созданию моделей месторождений аналогичные технологии с некоторыми модификациями внедряются в производство для сопровождения моделей, анализа текущего состояния и оперативного управления разработкой, сбора и анализа информации. Компьютерное моделирование помогает инженерам сформировать общий взгляд на вопросы формирования угольного месторождения. В частности формирование минералов, горных пород, ископаемых ресурсов. Современные средства позволяют строить модели в четырех измерениях, четвертый из которых время. Так динамические модели четко определяют структуру геологических процессов [5].

Для обеспечения безопасности и эффективности ведения горных работ необходимо оперативно и достоверно решать многие задачи геометризации, сети

горных выработок. Все это приводит к необходимости разработки объемных моделей систем горных выработок глубоких шахт, и на их основе разрабатывать оптимальные решения по планированию и ведению горных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Техническая инструкция // Авторское право от 2009 года компании Gemcom Surpac
2. Программный комплекс для горняков, геологов и маркшейдеров // Авторские права K-MINE, 2009.
3. Проект вскрытия и подготовки III горизонта пластов Т1-Д6 шахты Казахстанская УД ОАО АрселорМиттал // Основная пояснительная записка. ТОО «Карагандагипрошахт и К». - Караганда, 1994.
4. Зборщик М.П., Син А.Ф., Пилюгин В.И. Геомеханические основы ведения горных работ в условиях пликтивно нарушенных пологих угольных пластов. – Донецк: ДонНТУ, 2005. -282с.
5. Моделирование безопасного ведения горных работ Артюшин Ю.И. – МГГИ, 2004-38 с.

© О. Г. Бесимбаева, Е. Н. Хмырова, А. С. Бедарев, А. О. Даулетова, 2014

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ МАРКШЕЙДЕРСКО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Жанат Мухаметджановна Батыршаева

Карагандинский государственный технический университет, 100027, Казахстан, г. Караганда, бульвар Мира, 56, старший преподаватель кафедры маркшейдерского дела и геодезии, магистр горного дела, тел. (7212)56-26-27, e-mail: cara-bm@mail.ru

Раушан Нуркатовна Джамантыкова

Карагандинский государственный технический университет, 100027, Казахстан, г. Караганда, бульвар Мира, 56, старший преподаватель кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (7212)56-26-27, e-mail: d.rau@mail.ru

Гульсим Оразовна Исаинова

Карагандинский государственный технический университет, 100027, Казахстан, г. Караганда, бульвар Мира, 56, магистрант кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (7212)56-26-27, e-mail: nurlan-gulsim@mail.ru

Айнур Дюсембаевна Каранеева

Карагандинский государственный технический университет, 100027, Казахстан, г. Караганда, бульвар Мира, 56, магистрант кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (7212)56-26-27, e-mail: aijarkyn83@inbox.ru

Осуществление мониторинга объектов при помощи систем автоматизации АСДМ и TMS, активно использующихся в маркшейдерских и геодезических работах.

Ключевые слова: автоматизация, лазерный 3D сканер, электронный тахеометр, мониторинг.

MODERN TECHNOLOGY TO AUTOMATE SURVEYING AND GEODETIC MEASUREMENTS

Zhanat B. Batyrshayeva

Karaganda state technical university, 100027, Kazakhstan, 56 Mira blvd, Karaganda, senior teacher of the department Mine Surveying and Geodesy, Master of Mining tel. (7212)56-26-27, e-mail: cara-bm@mail.ru

Raushan N. Dzhamantykova

Karaganda state technical university, 100027, Kazakhstan, 56 Mira blvd, Karaganda, senior teacher of the department Mine Surveying and Geodesy, tel. (7212)56-26-27, e-mail: d.rau@mail.ru

Gulsim O. Issainova

Karaganda state technical university, 100027, Kazakhstan, 56 Mira blvd, Karaganda, undergraduate of the Department of Mine Surveying and Geodesy, tel. (7212)56-26-27, e-mail: aijarkyn83@inbox.ru

Ainur D. Karaneyeva

Karaganda state technical university, 100027, Kazakhstan, 56 Mira blvd, Karaganda, undergraduate of the Department of Mine Surveying and Geodesy, tel. (7212)56-26-27, e-mail: aijarkyn83@inbox.ru

Implementation monitoring objects using automation systems ASDM and TMS which active uses for surveying and geodetic works.

Key words: automation, 3D Laser scanner, Electronic total station, monitoring.

В вопросах безопасности и оптимизации производственной деятельности на горнодобывающих предприятиях значительную роль играют маркшейдерско-геодезические работы. В настоящее время в карьерах и шахтах при разработке полезных ископаемых применяется современные, очень мощные выемочные и буровые оборудования, оборудования для транспортировки полезных ископаемых. При этом комплексы промышленных предприятий и участки гражданской инфраструктуры могут находиться близко от мест вероятной деформации поверхностных слоев земной коры. В таких условиях на горнодобывающих предприятиях маркшейдерская служба должны внедрять современные методы контроля и проведения геомониторинга за состоянием инженерных сооружений, расположенных в области повышенной опасности. Как говорил один из выдающихся стратегов «кто предупрежден, тот вооружен», и, исходя из этого принципа, были созданы технологии на базе использования современных маркшейдерско-геодезических приборов, позволяющие осуществлять мониторинг любых объектов с высокой точностью в реальном времени для предупреждения различного рода катастроф и аварий.

Для решения данного вопроса можно использовать системы автоматизации, такие как АСДМ (Автоматизированные Системы Деформационного Мониторинга) и TMS (Tunnel Measurement System), которые активно используются в геодезии и маркшейдерских работах во всем мире.

АСДМ позволяют отслеживать поступающие в процессе мониторинга данные наблюдений. Параметры системы могут быть установлены так, что любое отклонение за пределы установленного диапазона (величина, скорость, ускорение смещения и др.) автоматически сопровождается уведомлением ответственных лиц и оповещением технического персонала. Эта своевременная информация дает операторам время для принятия решений и выполнения необходимых действий для предотвращения критических ситуаций, аварий, человеческих жертв.

Одним из современных и перспективных средств измерений на сегодняшний день является наземное лазерное сканирование (НЛС).

Использование НЛС в производстве за счет высокой степени автоматизации и бесконтактного неразрушающего метода измерений дает возможность решения маркшейдерско-геодезических задач на качественно новом уровне, а также значительного снижения влияния человеческого фактора на результаты измерений и повышения уровня безопасности при выполнении работ. Специалисты оценили возможность лазерных сканеров в считанные минуты получать десятки тысяч безотражательных измерений, которые позволяют вместо схематической цифровой карты построить полноценную трехмерную фотореалистическую модель местности, при этом значительно сократив время полевых работ.

Особое значение имеет применение 3D сканеров в инженерной геодезии и маркшейдерском деле, где требуется максимально подробно смоделировать форму сложных инженерных сооружений или подземных пустот.

Callidus 3D Laser Scanner – трехмерная лазерная сканирующая система с сервоприводом и с совмещенной цифровой камерой. Камера записывает панорамные изображения или крупные планы объекта. Лазерный сканер автоматически вращается и накапливает координаты окружающих объектов с исключительной скоростью и разрешением - свыше миллиона точек в течение 10 минут. Постоянная точность измерений сканера обеспечивается постоянным внутренним контролем отказов и постоянной тепловой калибровкой. 3D измерения записываются во входящий в систему защищенный полевой компьютер Callidus LMS с собственным набором программ для вычислений структурных линий и углов помещений с миллиметровой точностью (рис. 1).



Рис. 1. Лазерный 3D сканер Callidus CP3200

Технология выполнения измерений данным сканером называется лазерной дальнометрией. Основным элементом Callidus является лазерная сканирующая система, которая использует принцип импульсных измерений. Чрезвычайно короткий световой импульс передаётся сканирующей системой, затем импульс встречает на своем пути препятствие, отражается в обратном направлении и принимается лазерной системой. Вычисляется разница времени излучения и приёма, а затем пропорционально корректируется, чтобы получить расстояние между сканирующим устройством и препятствием [1].

TMS представляет собой систему поддержки подземных строительных проектов для применения в различных областях, относящихся к горным рабо-

там и при прокладке тоннелей, и автоматизирует съемку выработок, а также обработку этих измерений. Возможности системы касаются, в первую очередь, ведения рутинных повторяющихся разбивочных операций в автоматическом режиме, что освобождает маркшейдера от необходимости постоянно находиться в забое в процессе осуществления маркшейдерских работ. Кроме того, система TMS позволяет оперативно определять и выявлять отклонения от проекта непосредственно на объекте.

В TMS используются современные роботизированные электронные тахеометры Leica TPS 15 Viva/TPS 30, лазерные сканеры Profiller 5003 и специализированное программное обеспечение. С помощью электронного тахеометра могут быть определены все необходимые данные: расстояния между реперами, превышения и координаты реперов наблюдательных станций (рис. 2). На прибор, установленный в забое на консоли, горный мастер или другой специалист может подавать команды с пульта дистанционного управления. При этом круг лиц и уровень доступа к программе управления определяется маркшейдером, это в свою очередь дает возможность обезопасить рабочих от возможных обрушений. А также с помощью TMS быстро и очень точно можно выставить арочную крепь, разметить точки под бурение шпуров и анкеров, вынести различные линейные объекты и многое другое [2].

А временные затраты на обработку вообще не идут ни в какое сравнение, поскольку процесс составления исполнительной документации с выдачей данных по отклонениям, площадям и объемам сводится лишь к нескольким нажатиям клавиш «мышки», вместо долгой и кропотливой работы традиционным способом, когда обработка измерений порой занимает больше времени, чем, собственно, сами измерения.



Рис. 2. Применение TMS для автоматизации разбивочных работ

Использование TMS позволяет автоматизировать работу маркшейдерской службы; значительно повысить производительность и точность работ, исключив ошибки, связанные с человеческим фактором; сократить материальные затраты; уменьшить количество персонала, работающего в забое; обеспечить высокое соответствие проекту и детальный подсчет объемов работ.

Такой метод маркшейдерского контроля с использованием инновационных методов наблюдений за сдвижением земной поверхности и инженерных сооружений нами был использован на карьере Акжальского месторождения (Карагандинская область, Республика Казахстан). В ходе работ такой метод позволяет значительно сократить времени для выполнения других маркшейдерских работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <http://kmcgeo.com/Products/3DCalidus.htm>
2. Бурцев А.В. Инновационные технологии для автоматизации маркшейдерских работ при строительстве подземных сооружений. Научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации Геопрофи №5, 2011. - С 26-29.

© Ж. М. Батыршаева, Р. Н. Джамантыкова, Г. О. Исаинова, А. Д. Каранеева, 2014

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ И РЕСУРСОВ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Андрей Александрович Басаргин

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры прикладной информатики и информационных систем, тел. (383)334-18-35, e-mail: abaspirant@ssga.ru

Современные подходы к организации геологической информации, а также маркшейдерская съемка, эксплуатационная разведка и опробование требуют создания банка геопро-странственных данных на основе специализированной геоинформационной системы, кото-рый аккумулирует все комплексные данные.

Ключевые слова: банк геопро-странственных данных, унифицированное хранение, цифровые модели, структура базы данных.

DESIGNING A DATABASE STRUCTURE FOR REPORTING RESERVES AND RESOURCES OF SOLID MINERALS

Andrey A. Basargin

Siberian state geodetic Academy, 630108, Russia, Novosibirsk, ul. Plahotnogo, 10, candidate of technical Sciences, senior lecturer of the chair of applied Informatics and information systems, tel. (383)334-18-35, e-mail: abaspirant@ssga.ru

Modern approaches to the organization of geological information, as well as (and mine sur-veying, operational intelligence and testing) require the creation of the Bank of geospa-tial data on the basis of specialized geoinformation systems, which accumulates all the complex data.

Key words: bank of geospa-tial data, unified storage, digital models, the structure of the data-base.

Для повышения точности и надежности подсчета запасов и ресурсов полез-ных ископаемых на основе цифровых моделей месторождений необходимо мето-дическое обеспечение процессов сбора, анализа и контроля, обеспечивающие со-блюдение принципа единства технологического процесса. Современные подходы к организации геологической информации, а также (маркшейдерская съемка, экс-плуатационная разведка и опробование) требуют создания банка геопро-странственных данных на основе специализированной геоинформационной системы, который аккумулирует все комплексные данные. Использование банка геопро-странственных данных позволяет в реальном времени отражать актуальные циф-ровые модели, которые являются первоосновой при решении задач планирования и проектирования горных работ для различных временных интервалов. На их ос-нове выполняются всевозможные аналитические исследования, которые позволя-ют оптимизировать многие процессы горного производства. Таким образом, осу-ществляется непрерывность и надежность работы системы в целом [1].

Применение банка геопро-странственных данных позволяет объединять в едином информационном пространстве разнородную информацию: картогра-

фические данные, пространственные модели, нормативно-справочную и техническую информацию, различные шаблоны для формирования отчетности и др.

Как известно, в основу базы геоданных положена модель, определяющая структуру и правила хранения различных видов данных: векторных и растровых, данных геологических измерений и многих других.

База геоданных (сокращение от базы геопространственных данных) результатов геологических наблюдений для подсчетов запасов месторождений полезных ископаемых. Базы геоданных в геоинформационных технологиях отличаются как особенностями форматов данных, так и способами их организации. Во-первых, база геоданных является физическим хранилищем всех геологических наблюдений внутри СУБД. Во-вторых, база геоданных включает модель данных, которая поддерживает представления базы геоданных для отдельных транзакций (поддержку версий базы данных), а также объекты с атрибутами и «поведением». Поведенческие характеристики описывают, как редактируется и отображается объект. Эти характеристики включают отношения между объектами, правила проверки, подтипы и значения по умолчанию [4].

Таким образом, банк геопространственных данных должен обеспечивать унифицированное хранение пространственных и описательных данных в СУБД, без использования дополнительных программных средств. При создании банка геопространственных данных, помимо высокого быстродействия при работе с данными, масштабируемости, необходимо предусмотреть, чтобы пространственно-временной анализ мог выполняться как инструментальной ГИС, так и самой СУБД, что оптимально с точки зрения распределения ресурсов [5].

Создание единого банка данных должно обеспечить информацией государственные и муниципальные органы управления, юридические и физические лица, формировать единое информационное пространство в многопользовательских масштабируемых информационно-аналитических системах различных уровней государственной власти. Создание единого банка данных должно обеспечить надежное хранение, быстрый и эффективный поиск, регламентируемый доступ и обмен информации.

Банк геоданных хранит информацию о геометрии или форме пространственных объектов в определенном поле в таблице. Это поле представляет тип геометрии объектов (точка, линия, полигон или мультиточка) и последовательный набор x и y координат, который в качестве опции может содержать значения z и t и идентификаторы [2].

В процессе подбора необходимой информации оказалось, что одни и те же наборы представлены в БД в различных форматах, принадлежащих разным исследовательским организациям, имеют различающуюся временную привязку и разные наборы атрибутов, необходимых для стандартного представления явлений.

Создаваемый единый банк данных учитывает следующие принципы [1, 2]:

- использование единой системы идентификации информационных объектов;

- использование единого стандарта на формат записи признаков типа, формирование единого адресного пространства территориальной информационной системы и его внедрение во всех автоматизированных информационных системах;

- использование единого формата записи признаков при информационном обмене данными;

- использование общесистемных справочников и словарей по отдельным системам баз данных;

- предложение унифицированного протокола обмена между единым информационным банком данных и отраслевыми системами;

- учет предложений органов исполнительной власти.

Поэтому основой успешной работы проекта будут являться рациональное построение структуры формируемой базы данных и оптимизация механизмов работы с ней. Организация пространственных данных в электронном виде обладает рядом характерных особенностей, не позволяющих создавать электронные модели с применением достаточно простых математических алгоритмов. Среди этих особенностей, в первую очередь, выделяется разнородность существующей информации, которая выражается [3,4]:

- 1) в различных способах получения первичной информации;

- 2) в различных методах получения первичной информации;

- 3) в наличии дискретных данных, описывающих непрерывные процессы и их свойства;

- 4) в различных способах электронного хранения информации (растровые, векторные изображения, табличные данные разных типов);

- 5) в отсутствии методических рекомендаций по построению моделей и анализа на их основе.

Помимо упомянутых факторов исключительно технического характера, при моделировании необходимо учитывать и наличие изначальной, «природной» неоднородности объектов.

В соответствии с вышесказанным, при проведении подсчета запасов полезных ископаемых, в первую очередь встает вопрос определения изначальных (входящих) и получаемых (выходящих) параметров. Кроме того, данные параметры будут определяться целями и задачами, для решения которых будет использоваться модель.

Возможность получения трехмерных моделей на основе собранных данных достигается при использовании современного ГГИС обеспечения.

Предлагаемая модель представляет собой набор следующих таблиц, описывающих значения параметров и координаты визуализируемых геоданных [3, 6]:

- 1) набор скважин, участвующих в различных циклах измерений (для каждой скважины определены X , Y , Z координаты, качественные показатели);

- 2) набор структурированных данных по геологическому строению грунтов;

- 3) набор структурированных данных по погодным и атмосферным условиям при наблюдениях.

Для накопления геологических данных используется центральная база данных. Доступ к данным осуществляется по технологии клиент-сервер, что позволяет распределить работу по созданию, наполнению и анализу данных между несколькими операторами.

Система содержит процедуры для разработки структуры базы данных, настройки связей таблиц, реализации реляционных отношений. Это позволяет выполнить настройку базы для месторождений любых видов полезных ископаемых и хранить в базе данных произвольные наборы семантической и фактографической информации о скважинах и данных разведки [4,6].

Проектирование выполняется на основе объектно-ориентированного анализа, в который включается анализ структуры подлежащих хранению данных, способ их сбора и анализ требований к организации доступа к базе данных, выбираемых технических средств.

В банке данных накапливается вся информация об объекте исследования: геоморфологическое строение, грунты, коммуникации здания, геодинамическая активность. Идентификация происходит через систему пунктов, на которых выполняется комплекс пространственно-временных геологических и маркшейдерских наблюдений [7].

Технологическая схема банка геопространственных данных показана на рис. 1.



Рис. 1. Технологическая схема создания банка данных для подсчета запасов полезных ископаемых

Предложенная структура банка геопространственных данных обеспечивает возможность подсчета запасов полезных ископаемых, а также возможность создания неограниченных по объему баз данных об объектах исследования; структурирование информации; организация сложно-структурированных запросов; поддержка импорта-экспорта данных. Это позволит значительно ускорить процесс принятия инженерных решений для оценки состояния месторождения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпик А. П. Структурно-функциональная модель геодезической пространственной информационной системы // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2004. – № 6. – С. 140–148.
2. Карпик А. П. Оценка возможностей мониторинга земель территорий спутниковым методом // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 3-6.
3. Карпик А. П. Информационное обеспечение геодезической пространственной информационной системы // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 70–73.
4. Карпик А. П. Основные принципы формирования геодезического информационного пространства // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 73–78.
5. Капутин Ю. Е. Горные компьютерные технологии и геостатистика. – СПб.: Недра. – 2002. – 424 с.
6. Лукичев С. В., Наговицын О. В., Белоусов В. В., Ким А. В., Мельник В. Б. Внедрение системы автоматизированного планирования и сопровождения горных работ // Горный журнал. – М.: МГГУ, 2004, № 9, С.78-80.
7. Морозов К. В. – Комплекс программ построения геолого-геометрической модели месторождения. Горная Геомеханика и Маркшейдерское дело. – С.-Петербург: ВНИМИ, 1999.
8. Букринский В. А. О геометризации процессов недропользования. Горный информационно – аналитический бюллетень № 6. – М.: МГГУ, 2000.

© А. А. Басаргин, 2014

ГЕОЛОГО-ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ РУДНОЙ ЗАЛЕЖИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ЕЕ ИЗУЧЕННОСТЬ

Ерик Кабдулкакович Нуржумин

Казахский Агротехнический университет им. С. Сейфуллина, 010000, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Победы, 62, доктор технических наук, профессор кафедры геодезии, тел. (8-7172)317-547, факс: (8-7172)316-072, e-mail: jtoleubekova@mail.ru

Жанат Зекеновна Толеубекова

Карагандинский государственный технический университет, 100027, Республика Казахстан, г. Караганда, Бульвар Мира, 56, кандидат технических наук, доцент, кафедры маркшейдерского дела и геодезии, зам. директора по научной работе Горного института, тел. (7212)56-26-27, e-mail: jtoleubekova@mail.ru

Тулеген Турсунович Ипалаков

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева, 070004, Республика Казахстан, г. Усть-Каменогорск, ул. Протозанова А. К., 69, доктор технических наук, профессор, проректор по науке и международным связям, член Академии естественных наук, тел./факс (8-72-32)26-74-09, e-mail: kanc_ekstu@mail.ru

Рымгали Кумашевич Камаров

Карагандинский государственный технический университет, 100027, Республика Казахстан, г. Караганда, Бульвар Мира, 56, кандидат технических наук, профессор кафедры разработки месторождений полезных ископаемых, тел. (7212)56-26-19, e-mail: ipk@kstu.kz

Эбикен Рауан Нургалыулы

Карагандинский государственный технический университет, 100027, Республика Казахстан, г. Караганда, Бульвар Мира, 56, магистр кафедры маркшейдерского дела и геодезии, e-mail: rauawka@mail.ru

В статье рассмотрены основные принципы сравнения геометрии геологической поверхности залежей относительно правильной сглаженной формы. Приведены параметрические составляющие общей структуры приконтактных зон. Проведен анализ актуальных на сегодняшний день задач аналитического описания геологической поверхности рудных залежей.

Ключевые слова: рудные залежи, приконтактная зона, геометрическая изменчивость.

GEOLOGICAL AND GEOMETRIC VARIABILITY OF SURFACE ORE DEPOSITS OF MINERAL DEPOSITS AND ITS STUDY

Erik K. Nurzhumin

Kazakh Agrotechnical University, 010000, Kazakhstan Republic, Astana, 62, Pobedy str. Full Doctor, Professor of the Department of Geodesy, tel. (8-7172)317-547, fax: (8-7172)316-072, e-mail: jtoleubekova@mail.ru

Janat Z. Toleubekova

Karaganda state technical university, 100027, Kazakhstan Republic, Karaganda, 56 Mira Blvd, PhD., assistant professor of «Mine survey and geodesy» department, Vice Director for Research of the Mining Institute, tel. (7212)56-26-27, e-mail: jtoleubekova@mail.ru

Tulegen T. Ipalacov

East Kazakhstan state technical university, 070004, Kazakhstan Republic, Ust-Kamenogorsk, 69 Protozanova str., Full Doctor, Professor, Vice President for Science and International Affairs, Member of the Academy of the Natural Sciences., tel. (8-72-32)26-74-09, e-mail: kanc_ekstu@mail.ru

Rymgali K. Kamarov

Karaganda State Technical University, 100027, Kazakhstan Republic, Karaganda, 56 Mira Blvd, Candidate of technical sciences, professor of Mining Department, Head of centre of new methods and technologies of education of KSTU, tel. (8-7212)56-26-19, fax: (8-7212)56-54-43, e-mail: ipk@kstu.kz

Abiken R. Nurgalyuly

Karaganda state technical university, Kazakhstan Republic, 100027, Karaganda, 56 Mira Blvd, M. S. in Geodesy of Cartography, «Mine survey and geodesy» department, e-mail: rauawka@mail.ru

The comparison principle of geological surface deposits geometry relative to correct subdued form is describing. Parametric components of near-contact zones' overall structures are given. The analysis of the current up-to-date objectives of analytical description of the ore deposits' geological surface is completed.

Key words: ore deposits, near-contact zone, the geometric variability.

Проблема изучения оценки, включая проблемные задачи аналитического описания геологической поверхности рудных залежей приобретает более важное экономическое значение по мере интенсивного ужесточения современных производственно-рыночных требований к качеству продукции недропользования.

Эта крупная сложная проблема включает комплекс задач, основными из которых являются оценка достоверности оконтуривания и подсчета запасов, определение параметров разделения приконтактных разновидностей горной массы и обеспечение оптимального уровня количественных и качественных потерь, описание распределения и связей структурных параметров залежей. Решение данного вопроса служит основой для последующего разбора задач обоснования горнотехнологических процессов отработки сложных выемочных участков залежей.

Структурные составляющие показатели приконтактных зон рудных залежей изучены многими авторами. Известно, что система «приконтактная зона» может быть представлена путем расчленения ее по верхнему, среднему и нижнему уровням формирования, т.е. на подсистемы – «приконтактные зоны по разведанным залежам», «приконтактные зоны по проектным контурам залежей» и «приконтактные зоны залежей, готовых к выемке». В соответствии с принятыми уровнями представляется целесообразным назвать эти три подси-

стемы, как разведочные, проектные и выемочные приконтактные зоны, которым соответственно присущи геометричность, параметричность и информационность системных контуров. Эти зоны как сложные и комплексные подсистемы, обладают соответствующей микроструктурой, и соответственно им присущи конкретные параметрические ряды. В частности, широко распространены понятия: приконтактная зона, контактная неопределенность, приконтурная полоса, зона контактной неопределенности, геологическая и технологическая поверхности, амплитуда отклонения или уклонения геологической поверхности от технологической или ширина приконтурной полосы, разные средние значения и т.д.

Трехмерная модель месторождений полезных ископаемых позволяет представить геологическую структуру месторождения самым наглядным образом. Это касается не только объемного облика рудного объекта, но и возможности рассматривать его под разными ракурсами при разном освещении. Готовую модель можно разрезать в любом направлении, построить разные блок-диаграммы в разных системах координат и в разных геометрических проекциях. В каждом разрезе строились стринги - контуры всех геологических тел. Серия стрингов, относящихся к одному геологическому телу, образует основу каркаса или каркасной модели геологического тела. Для большей наглядности на каркас "натягивают" оболочку и получают сплошную каркасную модель геологического тела (рис. 1).

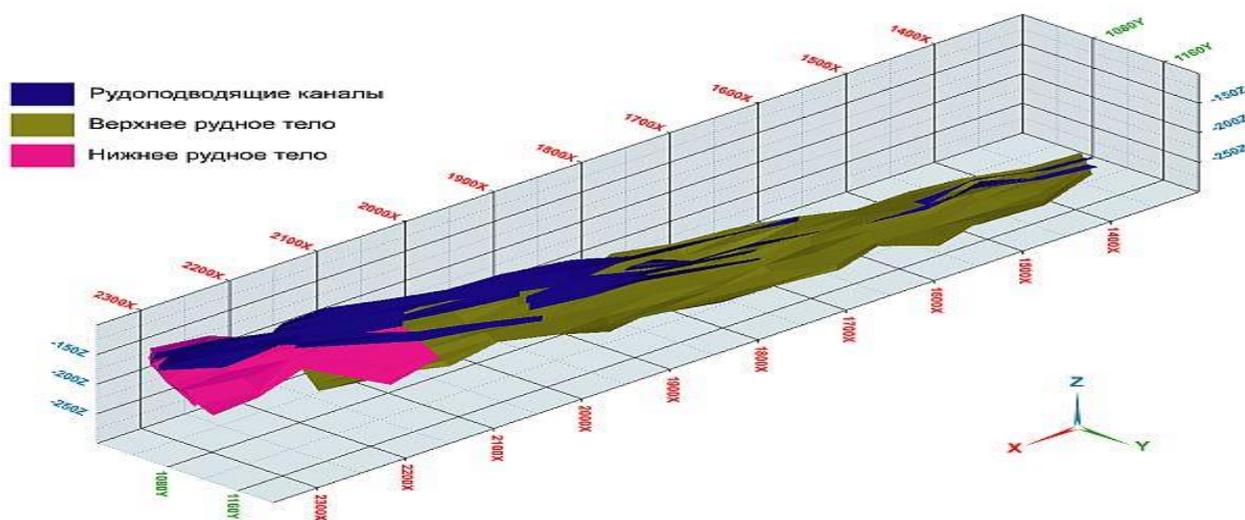


Рис. 1. Каркасные модели рудных тел

Исходная геологическая информация – это вертикальные мощности балансовой руды m_6 и разубоживающих пород $m_{\text{д}}$, ограничиваемые высотой уступа $h_{\text{уст}}$ и чередуемые вкрест простирания рудных тел через каждые 5 м, как это показано на рис. 2.

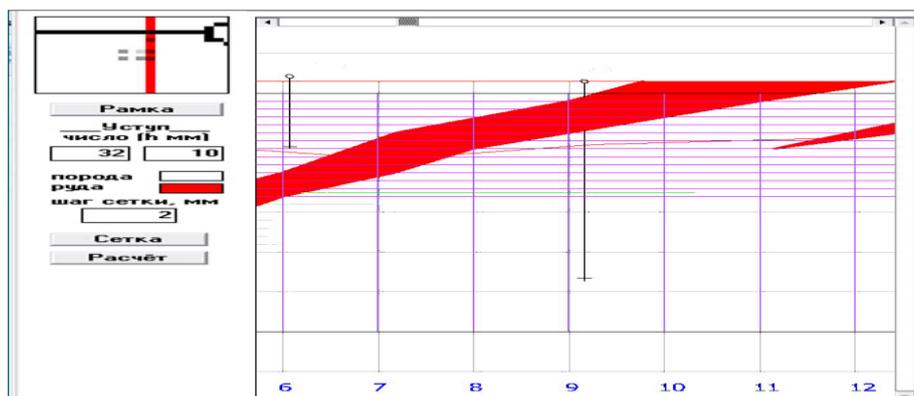


Рис. 2. Исходная геологическая информация пологопадающих рудных тел марганцевых месторождений

Расположение сетки подсчета вкрест простирания рудных тел. Шаг сетки в горизонтальном и вертикальном направлениях соответственно 5 и 10 мм (в М:1000). Целью применения электронной обработки является повышение производительности труда графо-статистического определения мощностей m_6 и m_{II} взамен ручного их подсчета.

Общая структура приконтактных зон – зон перемешивания разновидностей горной массы при добыче, включает следующие параметрические ряды:

- 1) приконтактная полоса и зона контактной неопределенности, контакт «руда-порода»;
- 2) мощность приконтактной зоны;
- 3) геологическая поверхность;
- 4) технологическая поверхность;
- 5) приконтурные и законтурные подзоны;
- 6) приконтактные неровности – элементарные микровыступы;
- 7) ширина приконтактной неровности;
- 8) высота приконтактной неровности;
- 9) средние статистические параметры приконтактных зон рудных тел: среднеарифметическое значение, срединная поверхность, среднеквадратическое отклонение (стандарт), среднее по первым разностям, высота (амплитуда) приконтактных неровностей; вариация, шаг и частота распространения неровностей поверхности контакта.

Анализ вышеприведенных параметрических составляющих приконтактной зоны позволяет заключить, что главным структурообразующим и предопределяющим значимости выемочной единицы рудника является геометрическая особенность – изменчивости поверхности рудной залежи относительно своей сглаженной формы. Поэтому эта проблемная горногеометрическая задача была изучена многими исследователями, что и доказывает важности этой задачи в сфере освоения недр.

В основу оценки изменчивости во многих работах положен принцип сравнения геометрии геологической поверхности залежей относительно правильной

сглаженной ее формы. Ниже выделены работы по геологогеометрическим оценкам геометрии контактов руд и вмещающих пород.

Метод геометрической оценки изменчивости показателя месторождения, в основу которого заложен принцип учета геометрии пространственного размещения показателя широко распространен и позволяет количественно выразить среднюю изменчивость показателя на данном интервале [1, 6]. Предложена формула определения коэффициента изменчивости показателя, выражающая характер изменчивости и ее интенсивность:

$$u = \frac{S_{(k)}dk}{L} - 1, \quad (1)$$

где $S_{(k)}dk$ - криволинейный интеграл первого типа, взятый по кривой k в заданном интервале (длина кривой); L – гипотенуза прямоугольного треугольника с катетами, равными длине проекции кривой и размаху (длина проекции кривой), м.

Например, изменчивость замкнутых контуров:

$$u = \frac{L}{L_0} - 1 = \frac{1}{3.54\sqrt{S_0}} - 1, \quad (2)$$

где S_0, L_0 - площадь и длина окружности.

Гальнов А.Г. [3] предлагает определение изменчивости через геометрическую корреляцию поверхности по формулам:

$$\begin{cases} R = \cos \varphi \\ R^2 = \frac{1}{1 - q^2} \end{cases}, \quad (3)$$

где $R = \cos \varphi$ - мера геометрической корреляции; φ - угол между двумя векторами \vec{A} и \vec{B} ; q - градиент-вектор, определяющий геометрический элемент поверхности.

В работах [2, 4, 5, 7] приводятся способы оценки шероховатостей поверхностей деталей механизмов, где в качестве критериев оценки неровностей поверхностей предлагаются показатели – средняя арифметическая высота и среднее квадратическое отклонение шероховатостей от поверхности. Дополнительно к этим критериям для характеристики конфигурации шероховатости с учетом не только высоты неровностей, но и количества гребешков, предлагает использовать показатель [2]:

$$k_i = \frac{B}{L}, \quad (4)$$

где B – длина основания профиля шероховатости; L – длина профиля поверхности.

Калинченко В. М. [7] приводит обоснование, что эмпирические коэффициенты (a, b) в эмпирических уравнениях регрессии $(y=a+bx)$ имеют физический смысл как характеристика общей закономерности, присущая данному размещению свойства, т.е.

$$b = \frac{1}{L} \sum |\Delta_l''|_{\max}, \quad (5)$$

где b – геометрический показатель изменчивости; L – параметризованная длина разреза, м.

При этом $a=\text{const}$ оценивает изменчивость при случайном размещении свойств, а сочетание a и b – при композиционном размещении. Геометрический смысл коэффициента b , равного тангенсу угла наклона α кривой размещения свойства $y=f(x)$, объясняется тем, что эта величина является как бы характеристикой крутости этой кривой.

Выводы

1. Геометрическая особенность – изменчивость геологической поверхности рудной залежи месторождения является одним из качествоснижающих параметров-показателей, влияние которого часто бывает весьма существенным при добыче.

2. Многие авторы признают, что способы оценки изменчивости и выведенные формулы аналогичны по содержанию геометрических представлений.

3. Основным недостатком к распространенным способам и геометрическим показателям изменчивости, основанных на первых последовательных разностях, следует относить неучитываемость степени неравномерностей расположения точек и неоднородностей геометрии размещения свойства, т.к. они выведены из последовательных разностей, предполагающих практическую равномерность этих параметров.

4. Установленная связь статистических показателей изменчивости и интервала разведки, а также зависимость геометрического показателя изменчивости В.А. Букринского от интервалов разведки носят теоретический характер и могут привести к ошибкам при практическом использовании.

5. Методы оценки изменчивости признака, основанные на выявлении характера изменения признака (волнообразности, линейности, зигзагообразности, правильной геометричности и т.д.), в которых используются безразмерные показатели по конкретному направлению смещения рудного тела, аналогичны, и общий принцип их структурирования является объектным, позволяющим выявить геометрический характер изменчивости признака.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Букринский В. А. Геометризация недр – метод математического выражения размещения геологических показателей. Научные труды МГИ. Геометризация месторождений минерального сырья как основа рационального освоения недр. – М.: 1969. – С. 174–187.
2. Дунин-Барковский И. В. Применение теории вероятности и спектральной теории неровностей поверхности для расчета допустимых значений геометрических параметров при функциональной взаимозаменяемости. Сб.: Взаимозаменяемость и техника измерений в машиностроении. – М.: Машиностроение, №4, 1964. – С. 36-38.
3. Гальянов А. В. и др. Оценка достоверности оконтуривания силикатно-никелевых месторождений среднего и южного Урала при разведочных работах. В сб.: Вопросы рационализации маркшейдерской службы на горных предприятиях. – Свердловск: 1977. – С. 68-71.
4. Хусу А. П. Математическо-статистическое описание неровностей профиля поверхности при шлифовании. – М.: Сб.АН СССР, т.ХХ, 1954. – С. 41-44.
5. Линник Ю. В., Хусу Л. Ю. Некоторые соображения по поводу статистического анализа поверхностей шлифованного профиля. Сб.: Взаимозаменяемость, точность и метод измерения в машиностроении. – М.: Машгиз, 1958. – С. 65-69.
6. Калинин В. М., Павленко В. П. О показателе контура рудных тел полезных ископаемых. Журнал «Геологияиразведка», №11. – М.: 1963. – с. 31-32.
7. Калинин В. М., Павленко В. П. Оценка изменчивости признаков (свойств) залежей. В кн.: Совершенствование методов маркшейдерских работ и геометризации недр. – М.: Недр, 1972. – С. 238-246.

© *Е. К. Нуржумин, Ж. З. Толеубекова, Т. Т. Ипалаков,
Р. К. Камаров, Э. Р. Нургалыулы, 2014*

СОЮЗ МАРКШЕЙДЕРОВ КАЗАХСТАНА В ДЕЙСТВИИ

Фарит Камалович Низаметдинов

Карагандинский государственный технический университет, 100027, Республика Казахстан, г. Караганда, Бульвар Мира, 56, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой маркшейдерского дела и геодезии, тел. (7212)56-26-27, e-mail: niz36@mail.ru

Дмитрий Владимирович Мозер

Карагандинский государственный технический университет, 100027, Республика Казахстан, г. Караганда, Бульвар Мира, 56, кандидат технических наук, ст. преподаватель кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (7212)56-26-27, e-mail: dmitri-moser@yandex.ru

Алексей Александрович Нагибин

Карагандинский государственный технический университет, 100027, Республика Казахстан, г. Караганда, Бульвар Мира, 56, магистр техники и технологии, преподаватель кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (7212)56-26-27, e-mail: alex_e1@mail.ru

В статье описывается работа Союза маркшейдеров Казахстана. Участие делегации Союза маркшейдеров Казахстана в международном Конгрессе маркшейдеров в Германии. В работе также подробно описываются основные достижения кафедры маркшейдерского дела и геодезии Карагандинского государственного технического университета.

Ключевые слова: маркшейдеры, Союз маркшейдеров Казахстана, конгресс, EXPO.

THE UNION OF MINE SURVEYORS ON STREAM

Farit K. Nizametdinov

The Karaganda state technical university, 100027, Kazakhstan Republic, Karaganda, 56 Mira Blvd, director of «Mine survey and geodesy» department, prof., doctor of engineering, tel. 8(7212)56-26-27, e-mail: niz36@mail.ru

Dmitry V. Moser

Karaganda State Technical University, 100027, Kazakhstan Republic, Karaganda, Mira Blvd. 56, cand. tech. sci., Senior teacher of Surveying and Geodesy department, tel. (7212)56-26-27, e-mail: dmitri-moser@yandex.ru

Alexey A. Nagibin

Karaganda state technical university, 100027, Kazakhstan Republic, Karaganda, 56 Mira Blvd, teacher of Mine surveying and geodesy department, tel. (7212)41-11-88, e-mail: alex_e1@mail.ru

Work of the Union of mine surveyors of Kazakhstan (UMSK) is described in this article. Also it is written about the participation of UMSK delegation in the international Congress of mine surveyors in Germany. The main achievements of Mine Surveying and Geodesy department of Karaganda state technical University are considered in details.

Key words: mine surveyors, the Union of Mine Surveyors of Kazakhstan, congress, EXPO.

С 16 по 20 сентября в Германия городе Аахен, состоялось событие международного уровня для маркшейдеров всего мира - «XV Конгресс Междуна-

родного сообщества маркшейдеров ISM». Проведение маркшейдерского Конгресса это большая ответственность ведь он проводится один раз в три года, а председатель конгресса на данный период автоматически становится Президентом. В данном мероприятии приняли участие 485 делегатов из 30 стран мира. Основная цель проведения конгресса ISM – продвижение передовых технологий и использование международного опыта производства маркшейдерских работ.

Данное мероприятие не могло пройти без внимания Казахстанских коллег. Участие в мероприятии приняли профессор и президент Союза маркшейдеров Низаметдинов Фарит Камалович, старший преподаватель Мозер Д.В. и десять магистрантов кафедры «Маркшейдерского дела и геодезии». Казахстан на форуме кроме КарГТУ представляли сотрудники КазАТУ, КазНТУ, ИГД им. Кунаева и Института Ионосферы и представители компании АО «Арселор-Миттал Темиртау» (главный маркшейдер Доскалиев Б.Б.).



а – магистранты КарГТУ на конгрессе



б – представители ISM стран СНГ

Рис. 1. Участники Международного маркшейдерского Конгресса

Организаторы конгресса в течение трех лет проделали большую работу, чтобы провести данное мероприятие на высоком уровне. Например, был разработан сайт конгресса (<http://www.ism-germany-2013.de>) и его логотип [1,2].

Мероприятие проходило в одном из престижнейших выставочных комплексов Европы - ЕвроГрес. Для справки - в комплексе ЕвроГрес в прошлом году прошло 256 крупных событий и в общей сложности его посетили 190 000 человек. Eurogress города Аахен в прошлом году получил премию Experts Green Award и вошел в тройку лучших предприятий в номинации персональный менеджмент в Европе. Бюджет ЕвроГрес в прошлом году остановился на отметке 5,93 млн. евро [3].



а – регистрация участников



б – открытие конгресса

Рис. 2. Приветственное слово профессора Axel Preusse в адрес участников и членов Президиума Конгресса Международного союза маркшейдеров

С приветственным словом к участникам конгресса обратились Президент Международного маркшейдерского сообщества ISM профессор А.Пройс, руководитель Министерства экономики энергетики и индустрии Северный Рейн-Вестфалия М. Гесснер и вице президент Ассоциации полезных ископаемых и горнодобычи доктор Ю.Рупп [4].

После приветствия началась работа одновременно в трех тематических секциях, параллельно была организована масштабная выставка приборов и оборудования в области маркшейдерии и геодезии. На выставке были представлены приборы и оборудование известных производителей: GPS системы Trimble, тахеометры и лазерные сканеры Leica, горные сканеры фирм DMT, RIEGEL, геоинформационные системы ESRI, MARTEK.

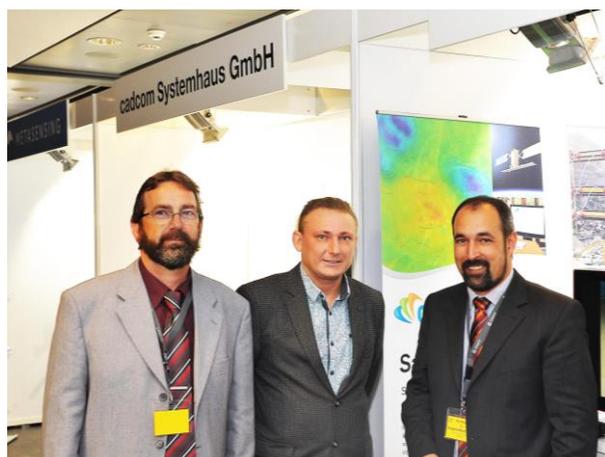
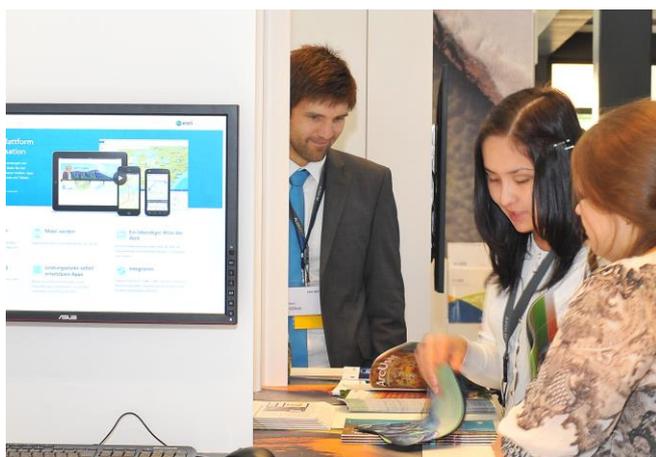


Рис. 3. Современные приборы для проведения мониторинга на выставке

На конференции выступили с докладами такие известные профессора в области наземной и спутниковой радарной интерферометрии, как В. Буш, в об-

ласти геоэкологического мониторинга - К. Маас, изучению тектонических нарушений угольных пластов - Ю. Халимендик и многие другие. Основной идеей всех докладов заключается во внедрении передовых технологий в производство с миллиметровой точностью измерений. Ученых и производственников больше волновал вопрос мобильности и себестоимости проведения таких работ, благодаря выставке и секциям они получили исчерпывающую информацию.

Наша делегация также выступала с несколькими докладами. Профессор Ф. Низаметдинов во второй день конгресса выступил с докладами о современном состоянии маркшейдерских служб горных предприятий Казахстана и подробно рассказал, как осваиваются новые месторождения и дорабатываются старые в Центральном Казахстане. Какие новые технологии и инструменты внедрены для ведения мониторинга устойчивости карьерных откосов, сколько маркшейдеров работают на горных предприятиях Казахстана, а также рассказал о работе Союза маркшейдеров. В конце своего выступления профессор Ф. Низаметдинов высказал мнение, что кафедра Маркшейдерского дела и геодезии при КарГТУ является не только кузницей высококвалифицированных кадров и центр передовых технологий по внедрению в производство, но Союз объединяющий маркшейдеров всего Казахстана, где профессионалы могут пройти повышение квалификации и поделиться своими проблемами и успехами.

Во втором докладе профессор Ф. Низаметдинов рассказал о состоянии и перспективах развития геомеханического обеспечения открытых горных работ в Казахстане. Профессор отметил, что проблема обеспечения устойчивости прибортовых массивов на карьерах может быть решена только на основе комплексного подхода, включающего в себя решение всех составляющих задач геомеханического мониторинга состояния устойчивости карьерных откосов.

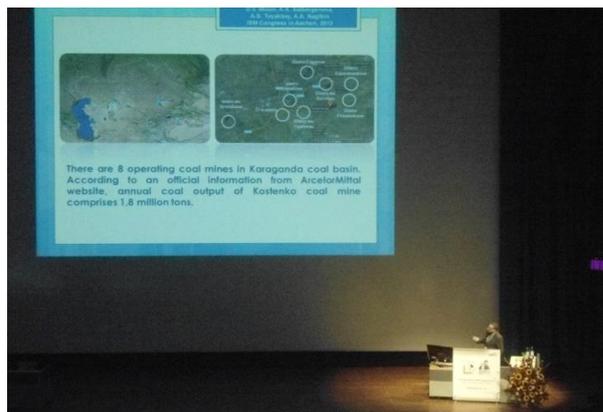


Рис. 4. Выступление проф. Ф. Низаметдинова и к.т.н. Д. Мозера на конгрессе

Д. Мозер выступил с докладом о перспективах применения спутниковой интерферометрии в Казахстане. Он отметил, что на данный момент уже получены интерферограммы сдвижений подработанных территорий г. Караганды в

рамках гранта МОН РК, которые показывают возможность применения данной методики в Казахстане.

В период проведения конгресса состоялось заседание Президиума международного Союза маркшейдеров, в котором проф. Ф. Низаметдинов принял активное участие. С 2012 года проф. Ф. Низаметдинов является членом Международного союза маркшейдеров. По итогам Всемирного конгресса в Германии принято решение в 2017 году на базе КарГТУ организовать рабочую встречу Президиума союза маркшейдеров мира. Данное мероприятие пройдет под эгидой ЕХРО Астана 2017, главная идея которой -«Энергия будущего». ЕХРО 2017 ставит конкретные цели – исследовать стратегии, программы и технологии, направленные на развитие устойчивых источников энергии, повышение надежности и эффективности энергоснабжения и эффективного использования энергетических ресурсов [5].

Проф. Ф. Низаметдинов пригласил всех собравшиеся также принять участие в Форуме маркшейдеров Казахстана и III-ем заседании Центрального Совета Союза маркшейдеров Казахстана под общим названием «Инновационные технологии в маркшейдерии, геодезии и геомеханике». Форум состоится 18 апреля 2014г. в Карагандинском государственном техническом университете г. Караганда и в нем примут участие зарубежные ученые и специалисты Испании, Швейцарии, России и Казахстана [6].

В заключительный день конгресса участники посетили на выбор разрезы и шахты, ведущие добычу каменного угля.



Рис. 5. Посещение разреза бурого угля компании RWE

Итогом конгресса стал гала концерт, где профессор А. Пройсе в торжественной обстановке передал штандарт Международного союза маркшейдеров следующему президенту - профессору А. Ярошу. XVI Конгресс маркшейдеров мира пройдет в Австралии г. Брисбен, где мы примем активное участие [7].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Официальный сайт XV Конгресса Международного общества по маркшейдерскому делу <http://www.ism-germany-2013.de>
2. Сборник статей «XV Конгресс Международного общества по маркшейдерскому делу ISM». Том 1, 2 Аахен, Германия С. 786.
3. Официальный сайт Еврогрэсс Аахен, Германия <http://www.eurogress-aachen.de/>
4. Официальный сайт Международного союза маркшейдеров <http://www.ism.rwth-aachen.de/index.php/mine-surveying>
5. Официальный сайт АСТАНА ЕКСПО-2017 <http://www.expo2017astana.com>
6. Официальный сайт КарГТУ <http://www.kstu.kz/msu-kstu/>
7. Официальный сайт XIV Конгресса Международного общества по маркшейдерскому делу <http://www.ism2016.com>

© Ф. К. Низаметдинов, Д. В. Мозер, А. А. Нагибин, 2014

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПОЛИГОНОВ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ НЕФТИ И ГАЗА

Анатолий Иванович Каленицкий

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры астрономии и гравиметрии, научный руководитель СУНАЦ МПТС, тел. (383)361-01-59

Эдуард Лидиянович Ким

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, технический руководитель СУНАЦ МПТС, тел. (383)361-03-56, e-mail: 52tkrbv@rambler.ru

Владимир Адольфович Середович

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, проректор по НИИД, тел. (383)343-39-57, e-mail: v.seredovich@list.ru

Излагаются проблемные вопросы создания геодинамического полигона на месторождениях нефти и газа. Зависимость этапов создания геодинамического полигона от методов предварительной оценки геодинамической опасности. Особенности создания геодинамического полигона при применении комплексного геодезическо-гравиметрического метода.

Ключевые слова: геодинамический полигон, месторождения нефти и газа, геодезическо-гравиметрический мониторинг геодинамики, геодинамическая опасность.

ESTABLISHMENT OF GEODYNAMIC TESTING AREAS ON OIL-AND-GAS FIELDS

Anatoly I. Kalenitsky

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph.D., Prof., Department of Astronomy and Gravimetry, Research Supervisor of Siberian Training Research-and-Analytical Centre for Monitoring of Natural-and Technical Systems Geodynamics, tel. (383)361-01-59

Eduard L. Kim

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Engineering manager of Siberian Training Research-and-Analytical Centre for Monitoring of Natural-and Technical Systems Geodynamics, tel. (383)361-01-59, e-mail: 52tkrbv@rambler.ru

Vladimir A. Seredovich

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Vice-rector for Research, tel. (383)343-39-57, e-mail: v.seredovich@list.ru

The problems of establishing a geodynamic testing area on oil-and-gas fields are considered. Dependence of the establishment stages on the techniques for the preliminary estimate of geodynamic hazard is shown. Some features of geodynamic testing area establishment by integrated geodetic-gravimetric methods are shown.

Key words: geodynamic testing area, oil-and-gas fields, geodetic and gravimetric monitoring of geodynamics, geodynamic hazard.

Земная поверхность активно реагирует на воздействие человеческой деятельности. Урбанизация территорий приводит к ухудшению экологического состояния окружающей среды, атмосферы, изменению климата, а изменения в ее недрах ощущаются в виде активизации сейсмических явлений, в том числе землетрясений, даже в тех районах, которые традиционно считались асейсмическими [1].

В этой связи возрастает роль геодинамического мониторинга территорий, в особенности для районов, которые в наибольшей степени подвергаются техногенному воздействию (подземная разработка полезных ископаемых, строительство крупных инженерных сооружений – ГЭС, АЭС, водохранилищ, крупных городов и транспортных узлов и т.д.). Чрезвычайные происшествия на этих территориях могут привести к весьма неприятным последствиям как для населения, так и для окружающей среды.

Особенно важно знать степень геодинамической опасности для районов нефтедобычи, которые в течение длительного времени (20-30 лет и более) подвергаются техногенному воздействию как на ее поверхность, так и в недрах.

Предварительная оценка геодинамической опасности на месторождении имеет принципиальное значение для решения вопросов о строительстве геодинамического полигона и организации геодинамического мониторинга.

При этом оценка геодинамической опасности специалистами разного профиля трактуется по-разному.

Так оценка риска геодинамической опасности специалистами геолого-геофизического профиля производится с использованием оценки возможных последствий тектонических процессов, а специалистами геомеханики на основании результатов строгих количественных расчетов с учетом изменения физических свойств горных пород, маркшейдерами и геодезистами по результатам инструментальных наблюдений.

Полученные таким образом данные определяют все дальнейшие решения по созданию геодинамических полигонов, касающихся выбора методики закрепления пунктов геодинамического полигона, наблюдения и обработки результатов на них.

Как правило, геодезическая сеть на геодинамическом полигоне создается в виде взаимно пересекающихся профильных линий, заканчивающихся за контурами ожидаемых участков проседания земной поверхности. Начало и конец профилей закрепляются фундаментальными реперами. На профилях через равные промежутки закладываются грунтовые реперы.

Это пример классической сети, которая реализована практически на всех геодинамических полигонах. Такая схема сети малопродуктивна, так как для выявления и оценки геодинамических процессов на них необходимо выполнить, в лучшем случае, не менее 3-х циклов наблюдений. При этом, на начальном этапе, после закладки всех пунктов геодинамического полигона необходимо выждать время на их стабилизацию, которая, как правило, длится не менее одного года. Вместе с тем, закладка пунктов геодинамического полигона без

учета геолого - тектонического состояния месторождения на момент их закладки, может не дать желаемых результатов.

Для подтверждения рассмотрим Ашальчинский геодинамический полигон, созданный на площади около 10 кв. км в период с 2008 по 2012 год [3]. На первом этапе были заложены два профиля (1-1) и (2-2), в последующем - профиль (3-3) и к 2012 году геодинамическая сеть приобрела современный вид, приведенный на рис. 1.

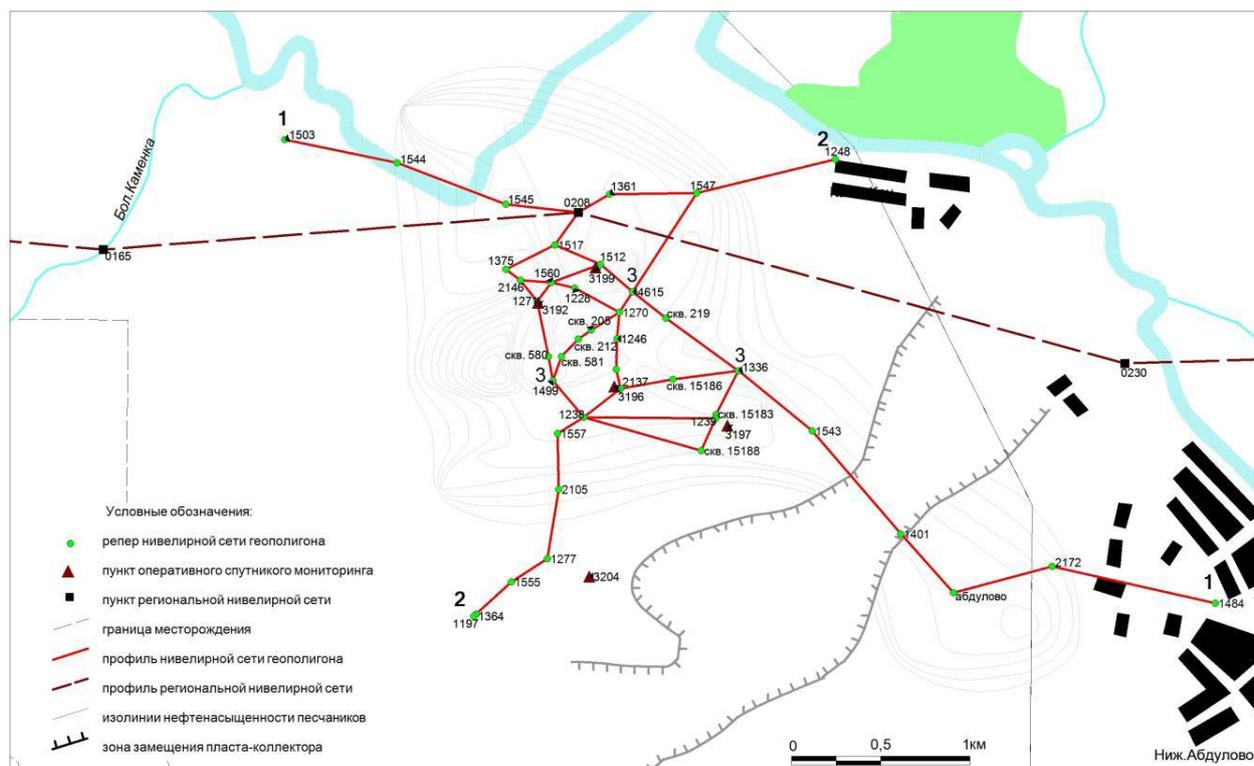


Рис. 1. Схема локального Ашальчинского геодинамического полигона

Геодезическая сеть состоит из 48 грунтовых реперов, 8 скважин и 5-ти пунктов непрерывного спутникового мониторинга. Плотность пунктов на геодинамическом полигоне составляет в среднем 6 пунктов на 1 кв. км. Подобное построение сети должно обеспечить выявление процесса образования обширных просадок территории и локальных деформаций земной поверхности в начальной фазе их формирования.

К 2013 году выполнено 9 циклов наблюдений, в результате которых выявлены незначительные знакопеременные колебания земной поверхности с максимальным значением 11,2 мм только на одном репере, в качестве которого использована скважина.

Таким образом, за 5 летний период наблюдений явных признаков геодинамической опасности обнаружить не удалось.

По полученным результатам месторождение можно характеризовать как устойчивую природно-техническую систему.

Однако, из мирового опыта разработок месторождений нефти и газа известно, что временные интервалы между началом разработки и началом возникновения техногенной сейсмичности составляют около 20-30 лет [4].

Большинство месторождений России достигли или перешагнули этот временной интервал. В районах добычи нефти и газа происходит активизация геодинамических процессов, проявляющихся в виде землетрясений. Сейсмическими наблюдениями на юго-востоке Татарстана выявлены зоны, где землетрясения происходят чаще всего. Они, как правило, приурочены к районам промышленной добычи нефти. Интенсивность землетрясений в этих районах, достигает 3 баллов по 12 балльной шкале MSK-64 [1].

Сейсмомониторинг, осуществленный ИГД, ИГФ, ИГ СО РАН, ИГД, ГИ УрО РАН на территории Нижневартовского и Сургутского районов, позволил сделать вывод, что локализация гипоцентров сейсмособытий на территории Западно-Сибирской нефтегазовой провинции наблюдается в верхней части земной коры и свидетельствует об их техногенной природе в результате перераспределения напряжений в осадочном чехле, связанного с нефтегазодобычей (рис. 2) [5].

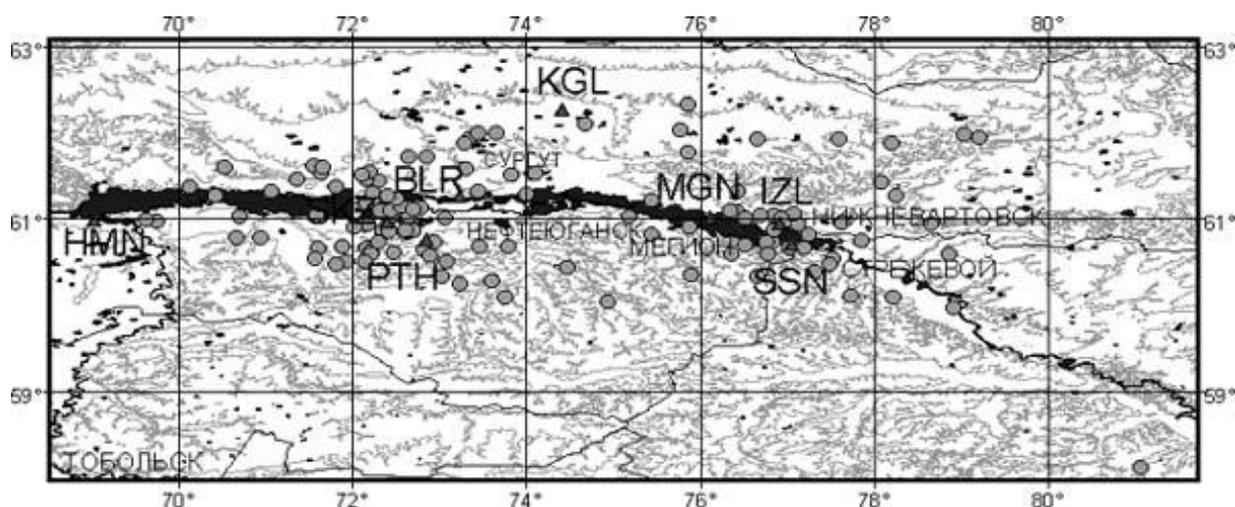


Рис. 2. Карта эпицентров сейсмических событий на территории Ханты-Мансийского автономного округа в 2002 г. Треугольниками отмечены сейсмостанции, окружностями - эпицентры землетрясений

В условиях активизации геодинамических процессов оперативное получение сведений о геодинамических процессах на месторождениях нефти и газа становится как никогда актуальной.

Решение задачи по получению более полных данных о геодинамических процессах на месторождении может быть, по нашему мнению, достигнуто за счет применения современных комплексных геодезических и геофизических

методов изучения движений земной поверхности и состояния недр. При этом создание геодинамических полигонов должна быть адаптировано под эти методы.

В этой связи в СГГА разработан соответствующий метод геодинамического мониторинга, включающий геодезическо-гравиметрические измерения и их комплексную обработку и интерпретацию. Метод апробирован на 5-ти месторождениях Западной Сибири [6,7,8,9,10]. Он позволяет уже по результатам первого цикла наблюдений выявлять на месторождении участки повышенных геодинамических рисков.

В этом методе на стадии проектирования геодинамического полигона максимально используются имеющиеся пункты государственной геодезической и опорной маркшейдерской сетей. Так же в геодинамическую сеть включаются ликвидированные скважины, оборудованные приспособлениями для принудительного центрирования, стенные марки, закладываемые в фундаменты капитальных зданий и сооружений. Это позволяет соблюсти требования нормативных документов, предъявляемых к закладке пунктов, учесть требования современных методов измерений, адаптироваться в существующей организационной структуре, выполнять наблюдения сразу вслед за закладкой, не делая паузу на период стабилизации заложённых пунктов в течение одного года. Такой подход позволяет оперативнее приступить к работе на геодинамическом полигоне и удешевить реализацию проекта.

Преимущество метода состоит в следующем:

1- не имеет большого смысла производить удаленный вынос так называемых «стабильных» пунктов, в связи с тем, что месторождения располагаются рядом, имея общие границы, когда «вынесенный» как стабильный пункт одного месторождения может оказаться в зоне разработки другого;

2 - вертикальные движения блоков горных пород взаимозависимы как на интенсивно осваиваемых участках, так и за их пределами;

3 - контроль вертикальных и горизонтальных смещений блоков горных пород и земной поверхности оцениваются в относительном взаимоотношении [7, 8, 9];

4 - строительство геодинамического полигона без «стабильных» пунктов способствует сокращению затрат на нем из-за отсутствия необходимости их закладки, а также выполнения измерения на них.

Во втором цикле наблюдений производится дозакладка пунктов геодинамической сети вдоль профильных линий, пересекающих участки повышенного геодинамического риска, до достижения необходимой плотности их, установленной Инструкцией [11].

Перечисленный порядок закрепления пунктов геодинамической сети позволяет вести контроль геодинамических процессов, происходящих как на земной поверхности, так и в недрах.

Выводы:

1. Для оперативной оценки геодинамического состояния изучаемой территории необходимо применять современные комплексные геодезические и геофизические методы, в частности, гравиметрический.

2. Строительство геодинамических полигонов желательно проводить в два этапа:

- на первом этапе в качестве пунктов геодинамической сети максимально используются существующие пункты ГГС, ГВС, опорной маркшейдерской сети при минимальном количестве вновь закладываемых пунктов, в качестве которых рекомендуется использовать ликвидированные скважины, оборудованные приспособлениями для принудительного центрирования, а также фундаменты капитальных зданий и сооружений.

- на втором этапе производится сгущение пунктов геодинамической сети вдоль профильных линий, пересекающих участки повышенного геодинамического риска, выявленных в первом цикле наблюдений, до необходимой плотности. Это позволяет выполнить оценку геодинамического состояния территории по результатам наблюдений на них в последующих циклах.

3. Геодезическо-гравиметрический метод позволяет значительно сократить сроки выявления участков повышенного уровня геодинамики, сконцентрировать внимание на них для выявления и оценки степени геодинамического риска и способствует своевременному принятию решений по уменьшению негативных последствий геодинамических процессов на месторождении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гатятуллин Р. Н., Рахматуллин М. Х., Кузьмин Ю. О., Баратов А. Р., Кошуркин П. И. Сейсмичность юго-востока Татарстана//Современная геодинамика недр и эколого-промышленная безопасность объектов нефтегазового комплекса: материалы Всероссийской конференции. – М.: ООО «ТиРу», 2013. – С. 32–40.

2. Ашихмин С. Г. Научные основы методов прогноза напряженно-деформированного состояния горных пород при разработке месторождений нефти и газа //Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. – Пермь – 2008.

3. Гатятуллин Р. Н., Рахматуллин М. Х., Кузьмин Ю. О., Баратов А.Р. Опыт применения комплекса геодинамических наблюдений на Ашальчинском месторождении сверхвязких нефтей республики Татарстан//Современная геодинамика недр и эколого-промышленная безопасность объектов нефтегазового комплекса: материалы Всероссийской конференции. – М.: ООО «ТиРу», 2013. – С. 22–31.

4. Бурый А., Клокова Л. Сейсмоопасный бизнес. – журнал «Компания».- № 13, 1998.

5. Селезнев В. С., Соловьев В. М., Еманов А. Ф., Колесников Ю. И., Филина А. Г. Сейсмологический мониторинг территории Западной Сибири с повышенной техногенной нагрузкой. Сборник докладов Казахстано-Российской международной конференции «Геодинамические, сейсмологические и геофизические основы прогноза землетрясений и оценки сейсмического риска» Алматы, 2004. – С. 67–69.

6. Каленицкий А. И. Геодезическо-гравиметрический мониторинг техногенной геодинамики инженерных сооружений // Геодезия и картография. – 2000. – № 8. – С. 24–27.

7. Каленицкий А. И., Ким Э. Л., Козориз М. Д., Середович В. А. Результаты применения гравиметрии и высокоточного нивелирования при локализации участков повышенного геодинамического риска на месторождениях углеводородов // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 1 (12). – С. 14–20.

8. Каленицкий А. И., Ким Э. Л. Результаты первого цикла натуральных геодезическо-гравиметрических измерений на Вынгапуровском геодинамическом полигоне // Геодезия и картография. – 2011. – № 8. – С. 30–35.

9. Каленицкий А. И., Ким Э. Л., Середович В. А., Козориз М. Д. Результаты комплексных геодезическо-гравиметрических наблюдений на геодинамическом полигоне Спорышевского месторождения УВ // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Пленарное заседание. – С. 62–71.

10. Каленицкий А. И., Ким Э. Л. О комплексной интерпретации данных геодезическо-гравиметрического мониторинга техногенной геодинамики на месторождениях нефти и газа // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 3–13.

11. Инструкция по производству маркшейдерских работ (РД 07-603-03).

© А. И. Каленицкий, Э. Л. Ким, В. А. Середович, 2014

ПРИНЦИПЫ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И МОРФОДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ МОРФОСИСТЕМ

Владимир Павлович Ступин

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, кандидат географических наук, доцент кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. 8(964)748-22-42, e-mail: Stupinigu@mail.ru

Леонид Александрович Пластинин

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, доктор технических наук, профессор кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. 8(914)881-18-08, e-mail: plast@istu.edu

В статье рассматриваются принципы картографирования и методика морфодинамического анализа горнопромышленных морфосистем.

Ключевые слова: картографирование горнопромышленных морфосистем, морфодинамический анализ.

PRINCIPLES OF CARTOGRAPHIC MODELING AND MORPHODYNAMICAL ANALYSIS OF MINING MORPHOSYSTEMS

Vladimir P. Stupin

Irkutsk State Technical University, 664074, Russia, Irkutsk, 83 Lermontova, candidate of geographical Sciences, associate professor of Surveying and Geodesy, tel. 8(964)748-22-42, e-mail: Stupinigu@mail.ru

Leonid A. Plastinin

Irkutsk State Technical University, 664074, Russia, Irkutsk, 83 Lermontova, doctor of technical Sciences, professor of Surveying and Geodesy, tel. 8(914)881-18-08, e-mail: plast@istu.edu

The article discusses the principles of mapping and methods of morphodynamic analysis of the mining morphosystems.

Key words: mapping of the mining morphosystems, morphodynamic analysis.

Анализ, картографирование и оперативный мониторинг таких сложных и неустойчивых образований, как техногенный рельеф [1], также целесообразно и удобно выполнять с точки зрения теории морфосистем.

При таком подходе просматриваются три направления исследований: морфометрическое, морфолитологическое и морфодинамическое. Последнее направление позволяет произвести классификацию горнопромышленных систем в целях их картографирования [1, 2].

Форма и размерность горнопромышленных морфосистем предопределяет их основные параметры (высоту, уклон, вертикальную и горизонтальную кривизну), набор структурных элементов, степень внутренней дискретизации, кон-

фигурацию и напряженность ЭАС, рисунок линий тока, и, в конечном итоге, характер и интенсивность литодинамики [3].

В состав горнопромышленных морфосистем (как выработанных, так и перемещенных) обычно входят осложняющие (дочерние) формы, по отношению к которым материнская морфосистема является фоновой.

На рис. 1 показаны каркасные элементы морфосистем карьера, созданного при производстве открытых горных работ.

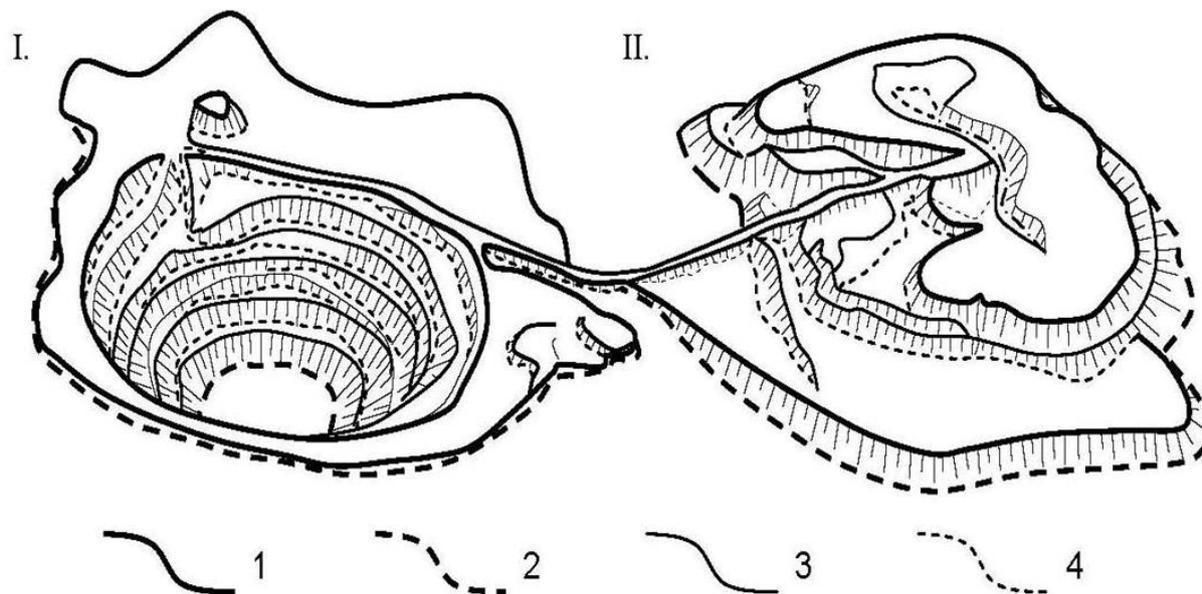


Рис. 1. Главные морфодинамические элементы горнопромышленных морфосистем (трубка «Удачная»)

Морфосистемы: I – отрицательные; II – положительные.

Каркасные линии: 1 – главные репеллеры; 2 – главные аттракторы; 3 – второстепенные репеллеры; 4 – второстепенные аттракторы

Среди разнообразия форм горнопромышленного рельефа по чисто морфологическим принципам можно выделить:

– поверхностные вогнутые (отрицательные) формы, образовавшиеся вследствие выработки и удаления горных пород в процессе добычи полезных ископаемых;

– поверхностные вогнутые (отрицательные) формы, образовавшиеся в результате просадок и провалов над подземными выработками;

– поверхностные аккумулятивные выпуклые (положительные) формы, сложенные перемещенными (насыпными, намывными) грунтами.

При анализе горнопромышленных форм рельефа следует различать морфологический (геоморфологический) и морфодинамический (морфосистемный) аспекты их строения, хотя пространственно они могут и совпадать (рис. 2). Так с морфологической точки зрения борт карьера состоит из нескольких уступов, в свою очередь состоящих из откосов и берм. С морфодинамической же точки

зрения – это морфосистема сложного склона, состоящая из подсистем простых (элементарных) склонов. Одновременно структурные линии борта карьера – бровки и подошвы уступов, с точки зрения концепции морфосистем представляют собой соответственно репеллерные и аттракторные линии, организующие структуру литодинамических потоков заключенных между ними склоновых систем.

Основными положительными морфосистемами, возникшими в результате открытых горных работ, являются морфосистемы отвалов вскрышных и вмещающих пород, складов, хвостохранилищ, а также насыпей и дамб вспомогательных транспортных и гидротехнических сооружений.

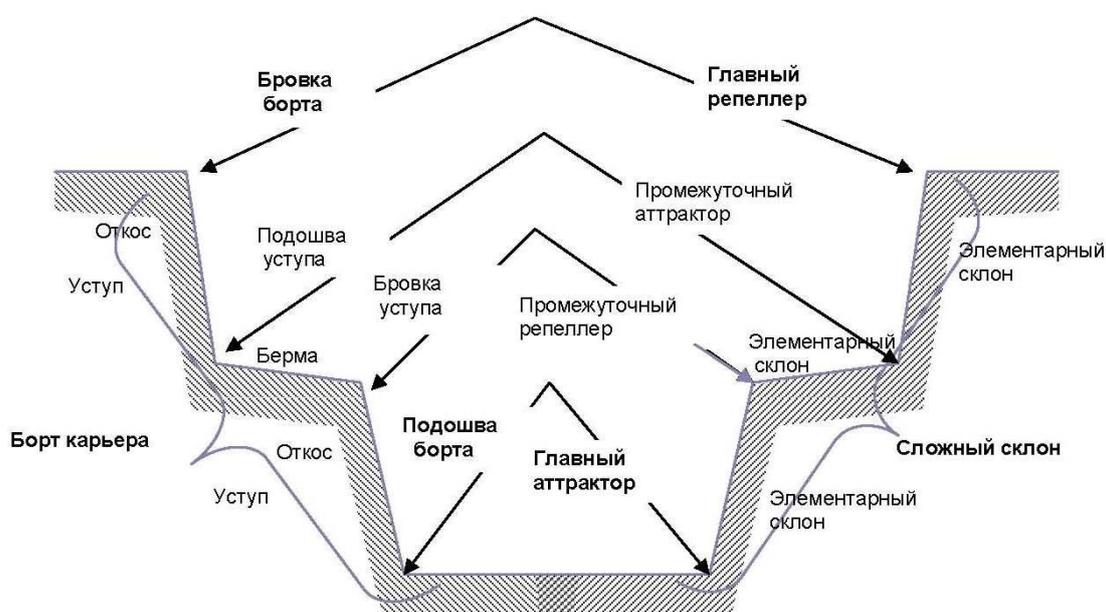


Рис. 2. Соответствие морфологических и морфодинамических элементов горнопромышленных морфосистем

Местным базисом денудации, т.е. главным аттрактором таких морфосистем, является подошвенная линия соответствующих им насыпных тел, которая обычно замкнута и хорошо выражена. Репеллеры представлены либо точками (в случае изометричных форм), либо гребневыми линиями (в случае вытянутых). Их положение не всегда легко установить без детальной топографической съемки или привлечения стереоизображений, особенно для уплощенных или сложных бугристых систем. Элементарные поверхности положительных морфосистем имеют выпуклый или прямой профиль, свойственный денудационным системам. В плане эти поверхности характеризуются изометричной или вытянутой выпуклой формой, что свидетельствует о рассеянии (дивергенции) присущих им литодинамических потоков.

Крутизна скатов таких систем ограничена углом естественного откоса их сыпучего субстрата, который, в свою очередь, зависит от гранулометрического

и вещественного состава грунта, а также его влажности и консистенции и колеблется в пределах 15° – 40° . Высота одноярусных отвалов (или уступов многоярусных) зависит от используемой техники и составляет: при плужном отвальвании 15 м; экскаваторном (25–30) м; бульдозерном (25–30) м (скальный грунт), (15–20) м (песчаный грунт), (10–15) м (суглинки и глины).

Для сложных склонов многоярусных отвальных морфосистем рассматриваемого типа характерен неровный, волнистый или ступенчатый, но также, в целом, выпуклый профиль.

Положительные морфосистемы могут развиваться как самостоятельно, (терриконы, дражные отвалы, хвосты), так и в качестве осложняющих (драпировочных) подсистем в составе фоновых отрицательных морфосистем (отвалов и насыпей в пределах карьеров, разрезов и полигонов).

По форме поверхности указанные морфосистемы подразделяют на:

– морфосистемы с ровной распластанной поверхностью, созданные в результате транспортировки пород вскрыши, эфелей, шлама или хвостов обогащения гидравлическими машинами; относительные высоты отвалов и гидроотвалов, к которым они приурочены, не превышают 2–3 м, хотя их мощность может составлять несколько десятков метров;

– морфосистемы с платообразной поверхностью, сформированные посредством одноярусной отсыпки вскрышных пород бульдозерами или скреперами; их средняя высота также не превышает 2–3 м;

– морфосистемы террасированных поверхностей, образованные при многоярусной транспортной отсыпке экскаваторами или самосвалами; высота таких форм может достигать многих десятков метров;

– морфосистемы с гребнеобразной поверхностью, образующиеся при отсыпке отвалов драгами в пределах карьерного поля. Высота дражных отвалов обычно составляет (8–15) м. Пример такой морфосистемы приведен на рис. 3. Здесь показан участок речной поймы, на котором производилась добыча россыпного золота дражным способом. На рисунке показаны гребневидные дражные отвалы (1), заполненные (2) и незаполненные (3) водой дражные выемки, а также коренные непереработанные берега реки (4).

Основными отрицательными морфосистемами, образовавшимися в результате открытых разработок являются морфосистемы на основе выемок (карьеров, разрезов, полигонов), а также различных траншей и канав. Они, в отличие от положительных морфосистем, в целом имеют вогнутый, прямой или ступенчатый профиль, что предопределяет денудационное развитие их бортов. В то же время положение таких морфосистем в окружающем рельефе обуславливает их роль как коллекторов денудированного вещества, т.е. как аккумулятивных морфосистем. В плане эти морфосистемы обычно замкнуты, реже полузамкнуты и имеют вогнутые склоны, для которых характерно схождение (конвергенция) литодинамических потоков, начинающихся от репеллерных линий, приуроченных к ограничивающим соответствующие формы бровок. Аттракторы таких систем обычно точечные донные, множественные у сложных систем, или линейные в виде донных тальвегов. Расположены в пре-

делах днищ соответствующих этим морфосистемам форм. Максимальная высота уступов, осложняющих рассматриваемые морфосистемы, зависят от типа используемой техники и составляет: для механических лопат (10–20) м; для многочерпаковых экскаваторов верхнего черпания (10–30) м, нижнего черпания (10–40); для драглайнов (10–35) м. Ширина берм обычно составляет около трети высоты уступа.

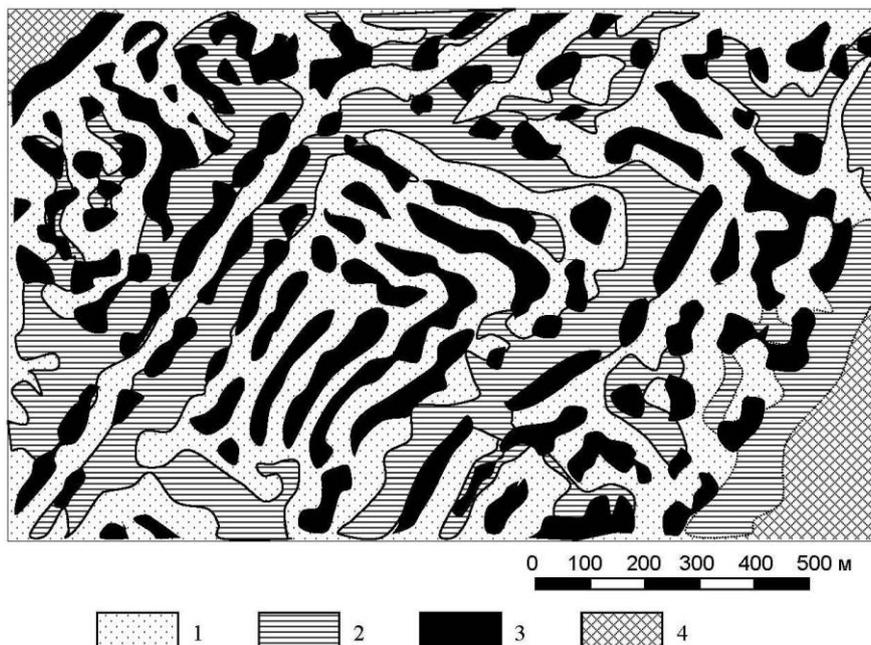


Рис. 3. Типичная структура техногенных морфосистем при добыче россыпного золота дражным способом (пояснения в тексте)

По морфологии поверхности, определяемой геометрией залегания и вскрытия полезного ископаемого, можно выделить следующие отрицательные морфосистемы:

– выровненные мульды глубиной порядка десятка метров, характерные для месторождений горизонтального или пологого моноклиального залегания с малой мощностью вскрыши;

– гребневидные мульды, характерные для аналогичных месторождений при большей мощности вскрыши или при разработке россыпей, большей частью сложенных пустой породой, карьерным способом. Такие формы по днищу выработанной части обычно осложнены положительными гребнеобразными морфосистемами отвалов.

– вытянутые трапециевидные малоамплитудные опускания, сформированные в процессе разработки вытянутых горизонтальных или моноклиальных залежей малой мощности. Не осложнены аккумулятивными формами в пределах карьерного поля, так как породы вскрыши удаляются во внешние бортовые отвалы драглайнами или экскаваторами;

– трапециевидные террасированные карьеры, которые формируются при разработке пологого или крутопадающих глубоких залежей большей мощности; вскрышные породы складированы во внутренние отвалы, где и формируются осложняющие положительные морфосистемы;

– циркообразные террасированные морфосистемы, которые образуются при разработке глубокозалегающих залежей крутого падения, например – кимберлитовых трубок; в пределах их днищ обычно нет осложняющих фоновых положительных морфосистем, так как породы вскрыши удаляют во внешние отвалы. Ярким примером такой морфосистемы является карьер трубки «Удачная» (см. рис. 1), который имеет форму эллипса размером 2100 м на 1700 м. Борты карьера представляют собой сочетание откосов, предохранительных и транспортных берм со спирально-петлевой трассой. Углы откоса уступов изменяются от 60° до 75° в зависимости от глубины их расположения. Высоты рабочих уступов достигают 15 м. Проектная глубина карьера 600 м (на 320 м ниже уровня моря).

– траншеи, полутраншеи и канавы, которые образуются при вскрышных, геологоразведочных или осушительных работах и представляют собой вытянутые горизонтальные или наклонные выработки, протяженность которых значительно превышает их ширину.

Подземные горные работы также приводят к формированию разнообразных техногенных морфосистем. Анализ подземных образований выходит за рамки данной работы, поэтому кратко охарактеризуем лишь морфосистемы, образующиеся в результате закрытых горных разработок на земной поверхности. Они во многом схожи с морфосистемами открытых горных работ, но имеют и свою специфику.

К положительным морфосистемам этого типа относятся морфосистемы отвалов вскрышных и вмещающих пород, а также морфосистемы хвосто- и шламохранилищ, оставшихся после обогащения руд. К отрицательным относятся морфосистемы различных прогибов, провалов и просадочных впадин, образующиеся на поверхности земли в результате оседаний и обрушений кровли подземных выработок.

Морфология и размеры положительных морфосистем определяются технологией разработки месторождений и отвалообразования.

Среди них можно выделить:

- конические;
- плоские или пологонаклонные;
- платообразные;
- платообразные террасированные;
- гребневидные.

Первый тип морфосистем соответствует простым отвалам терриконов, сформированным с использованием вагонеток и скипов. Ко второму типу относятся хвосто- и шламохранилища обогатительных фабрик, которые зачастую ограничены ограждающими дамбами. Три последующих типа образуются на

отвалах, образованных при использовании автомобильного и железнодорожного транспорта при большом количестве отвального материала.

Морфология и размеры провально-просадочных морфосистем определяются глубиной их разработки, объемами и геометрией добываемых из недр полезных ископаемых. Среди них можно выделить:

- прогибы в виде мульд и неглубокие, но обширные провалы, возникающие после разработки горизонтальных или пологопадающих залежей пластовых залежей;

- провалы в форме каньонов, образующиеся над выработками крутопадающих залежей;

- кольцевые глубокие, но неширокие провалы, образующиеся при разработке крутопадающих штоков.

Изложим основные выводы, полученные при морфодинамическом анализе картографических моделей горнопромышленных морфосистем.

Антропогенные процессы, сформировавшие формы горнопромышленного рельефа, по своей направленности могут быть как деструктивными (денудационными), так и конструктивными (аккумулятивными). В то же время, процессы, перерабатывающие эти формы, изначально являются денудационными и всегда направлены на разрушение склонов как положительных, так и отрицательных форм горнопромышленного рельефа и удаление продуктов разрушения нисходящими литодинамическими потоками.

Положительные техногенные формы рельефа (отвалы, терриконы, насыпи, дамбы и т.п.) сложены перемещенным субстратом, с нарушением характера его залегания, структуры и текстуры, а, следовательно, и свойств исходного грунта. Поведение таких грунтов часто бывает непредсказуемым и, следовательно, опасным.

Размерность естественного и техногенного горнопромышленного рельефа вполне сопоставима, по крайней мере, на уровне мезоформ. Так, средняя площадь карьера строительных материалов составляет (30–250) га, карьера по добыче марганцевой руды или угля (1000–2000) га, железорудного карьера (150–500) га. Глубина рудных карьеров в настоящее время достигает нескольких сотен метров, особенно глубоки разработки кимберлитовых трубок. Недалеко время, когда глубина карьеров достигнет 1000 м. Поскольку высота отвалов вряд ли будет более 100 м, увеличение объема вскрышных пород, требует непропорционально большего увеличения площади отвалов. Так, при глубине открытых работ (500–1000) м площадь отвала превышает площадь карьера в (4–7) раз. Другой пример: морфосистемы открытых разработок россыпных месторождений по своим морфологическим параметрам сопоставимы с естественными долинными формами рельефа – поймами, террасами, врезами долин боковых притоков.

Развитие горнопромышленных морфосистем определяется как природными, так и антропогенными факторами. Первые представлены, прежде всего, исходным рельефом, грунтами и климатом. Эти факторы являются природно-спонтанными и поэтому трудно управляемы и зачастую непредсказуемы. В то

же время антропогенный фактор вполне управляем, предсказуем, и определяется, прежде всего, стратегией и технологией добычи полезных ископаемых, а также особенностями условий эксплуатации месторождений.

В отличие от природных рельефообразующих факторов, антропогенный фактор в равной степени действует как в соответствии, так и против силы тяжести, например, при выемке и транспортировке пород, т.е. относительно свободен от влияния гравитации. Однако, после возникновения рукотворных форм, они в полной мере оказываются вовлеченными в сферу действия рельефомоделирующих процессов, невозможных без участия силы тяжести.

Как правило, склоны насыпных форм горнопромышленного рельефа имеют крутизну, близкую к углу естественного откоса, а склоны выработанных форм – круче его, в зависимости от устойчивости вскрываемых пород). Это предопределяет крайнюю неустойчивость и динамичность таких склонов.

В естественных условиях процессы формирования и разрушения рельефа в течение длительного времени действуют параллельно, поэтому природные морфосистемы обычно функционируют в спокойном, «рабочем» режиме.

Антропогенные же формы в масштабах геологического времени образуются практически мгновенно, а процессы формирования и разрушения их склонов разнесены во времени. Это приводит к коренной перестройке ранее существующего рельефа, быстрому изменению геодинамической обстановки и возникновению новых положительных и отрицательных морфосистем, работающих в «форс-мажорном» режиме. В пределах этих морфосистем изначально возникает высокое напряжение полей потенциальной денудации, и активно включаются процессы обратной связи, направленные на восстановление нарушенного динамического равновесия.

Внешнее проявление обратной связи в горнопромышленных морфосистемах выражается в форме интенсивных или даже катастрофических процессов: линейной эрозии, обвалов, оползней, осыпей, селей, термокарста, суффозии, солифлюкции, просадок, провалов и других негативных или нежелательных явлений.

Незакрепленные растительностью поверхности подвергаются дефляции и служат источником пылевого загрязнения воздуха. Происходит перестройка гидродинамической обстановки субстрата новых морфосистем – образование или деградация мерзлоты, обводнение или осушение грунтов, загрязнение подземных вод.

Особо отметим отрицательный эстетический аспект техноморфогенеза и возникающий в связи с ним психологический дискомфорт человека, что, безусловно, отнюдь не следует сбрасывать со счетов.

Все вышесказанное определяет специфику техногенного рельефа, а также актуальность и острую практическую необходимость серьезных и систематических исследований горнопромышленных морфосистем и отработки методов и методики его оперативного картографирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Ступин В.П. Геодезический мониторинг карьера Нюрбинского ГОКа // Вестник ИрГТУ, 2012. – № 12. – С. 122–126.
- 2 Ступин В.П. Горнопромышленные морфосистемы Прибайкалья // Вестник ИрГТУ. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2010. – №1. – С. 186–189.
- 3 Ласточкин А.Н. Морфодинамический анализ. – Л.: Недра, 1987. – 256 с.

© В. П. Ступин, Л. А. Пластинин, 2014

КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МОРФОСИСТЕМ В ИЕРАРХИИ ТЕМАТИЧЕСКИХ КАРТ ПРИРОДЫ

Владимир Павлович Ступин

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, кандидат географических наук, доцент кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. 8(964)748-22-42, e-mail: Stupinigu@mail.ru

В статье рассматриваются принципы картографирования рельефа земной поверхности на основе концепции морфосистем, и определяется место картографических моделей морфосистем в классификации тематических карт.

Ключевые слова: картографирование морфосистем, классификация карт рельефа.

CARTOGRAPHIC MODELS OF MORPHOSYSTEMS IN THE HIERARCHY OF THEMATIC MAPS OF NATURE

Vladimir P. Stupin

Irkutsk State Technical University, 664074, Russia, Irkutsk, 83 Lermontova, candidate of geographical Sciences, associate professor of Surveying and Geodesy, tel. 8(964)7482242, e-mail: Stupinigu@mail.ru

The article discusses the principles of mapping of the Earth relief based on the concept of morphosystems and defines the place cartographic models of morphosystems in the classification of thematic maps.

Key words: mapping of morphosystems, classification of relief maps.

Освоение и развитие обширных и труднодоступных регионов предъявляет все более высокие требования к возможностям картографических моделей рельефа в сфере решения управленческих, хозяйственных, экологических и других задач. В то же время, современные топографические и тематические карты рельефа слабо отражают пространственную иерархию и морфодинамическую структуру земной поверхности. Налицо противоречие, обусловленное тем, что существующая система картографирования рельефа или ориентирована на его представление как одного из компонентов ситуации, или отражает частные характеристики земной поверхности, не рассматривая ее в качестве особого объекта тематического картографирования. Данное противоречие порождает проблему, затрудняющую оперативное изучение экзогенных геологических процессов и оценку геоморфологических рисков при изменении динамических обстановок.

Качественно новое решение указанной проблемы видится в концепции картографировании рельефа на основе его понимания как иерархии геоморфологических систем (морфосистем). Парадигма системной организации рельефа появилась еще в 60-80 годах прошлого века. В то время были разработаны методы дискретизации земной поверхности и математического моделирования

выделенных элементов, а также составлены прототипы морфосистемных карт. Однако, единая концепция картографического моделирования морфосистем до сих пор не разработана. Это касается как методологии, так и методики картографирования морфосистем, понятийного аппарата и принципов классификации, содержания и масштабов карт, картографической генерализации, методов изучения экзогенных процессов и анализа динамики рельефа по картографическим моделям морфосистем.

Предлагаемая автором концепция морфосистем основывается на естественной организации рельефа Земли в иерархичные динамические системы вследствие инвариантного положения земной поверхности в поле силы тяжести. Морфосистемы рассматриваются как частные геосистемы, реализующиеся в сфере морфогенеза. Таким образом, с точки зрения системного подхода, карты рельефа и их легенды, прежде всего и должны отражать структуру организации земной поверхности в морфосистемы различного ранга.

Картографирование морфосистем опирается на их классификацию, выполненную на основе трех частично перекрывающихся рядов природных фракталов земного рельефа: «морфосистемы на морфоструктурной основе» – «бассейновые морфосистемы» – «склоновые морфосистемы».

Ряд морфосистем на морфоструктурной основе выводится из фрактальности земной коры, деление которой на блоки разного размера и подчиненности хорошо изучено. Фрактальность земной коры проявляется во всем диапазоне масштабов – от литосферных плит (геотектур) до выраженных в рельефе структур региональной и меньшей размерности (морфоструктур). В пределах высших звеньев фрактального ряда тектоника играет роль ведущего фактора-условия формирования морфосистем. По достижении структурами некоторого критического минимального размера на ведущие роли выходят флювиальные системы. Они начинают определять закономерности морфосистем, а их «материнские» морфоструктуры – фоновые особенности.

Эрозионная сеть представляет собой древовидную фрактальную структуру. Обособление морфосистем происходит в рамках ряда вложенных друг в друга бассейнов. Начиная с некоторой размерности, водоток, в силу слабой эродирующей силы, уже не вырабатывает продольный профиль, отличный от профиля расчленяемого им склона, а повторяет его в сглаженном виде (подобные профили имеют большинство временных водотоков). На этом уровне уже склоновые системы начинают определять закономерности морфогенеза в пределах «материнской» бассейновой системы, а осложняющие их выработанные формы – декорирующие особенности.

Первичные склоны подвергаются расчленению на склоны следующих генераций вплоть до динамически однородных поверхностей. Фрактальный склоновый ряд ограничен уровнем, на котором вместо гравитационных сил ведущими становятся атомные силы вещественно-геологического субстрата рельефа, но чаще отнесение склонов к простым определяется масштабом карты.

Таким образом, иерархия морфосистем (рис. 1) последовательно проходит по трем ступеням с разными основаниями деления. Крупные морфосистемы

определены строением литосферы на эндогенной основе. Затем роль экзогенного рельефа становится значимее эндогенного, и морфосистемный ряд переходит на уровень бассейновых систем, оставив до конца не освоенный морфоструктурный ряд. Иерархический ряд бассейновых морфосистем сменяется склоновым рядом, не используя до конца бассейновый.

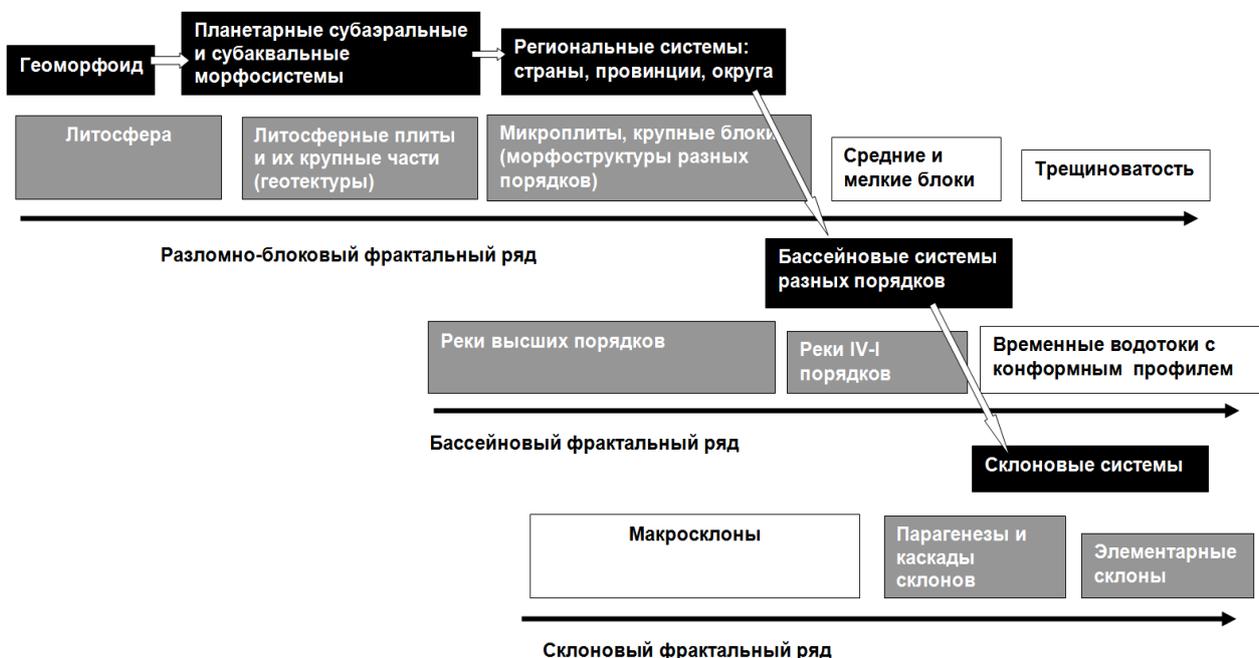


Рис. 1. Ряд морфосистем (черные прямоугольники) и фрактальные ряды их основания: освоенные (серые) и неосвоенные (белые)

Система методов картографического моделирования морфосистем базируется на выявлении и классификации последних по эмерджентным свойствам, обусловленным природной фрактальностью и дискретностью рельефа.

Системный подход проявляется также в создании серии сопряженных картографических моделей морфосистем на разных уровнях иерархии, что позволяет решить проблемы генерализации и построения масштабного ряда серии.

Наконец, системный подход в картографировании морфосистем предполагает отработку методических приемов анализа картографических моделей морфосистем и производных от них карт как компонент системы «составление – прикладное использование карт» со всеми ее прямыми и обратными связями.

Классификации карт отличаются друг от друга, но в каждой из них выделяются группы общегеографических и тематических карт. Карты морфосистем по своему *содержанию* относятся к тематическим картам природы, так как связаны с конкретной темой картографирования морфосистем в их неразрывной связи с географической средой. Для определения места морфосистемных карт в общей иерархии тематических карт природы взята классификация А. М. Берлянта (рис. 2). По своей тематике морфосистемные карты входят в класс карт

природы, поскольку отображают естественную делимость форм рельефа земной поверхности. По своему виду, т.е. по компонентам отображаемой географической среды, карты морфосистем, наряду с гипсометрическими, геоморфологическими, морфографическими и морфометрическими картами, относятся к роду карт рельефа земной поверхности. Карты антропогенных морфосистем можно было бы отнести к промежуточному классу природно-социально-экономических карт. Однако, выделение данного класса затрудняет практическое использование классификации. Поэтому антропогенные морфосистемы отнесены нами к разновидностям карт морфосистем.



Рис. 2. Карты морфосистем в иерархии тематических карт природы

Таким образом, картографические модели морфосистем представляют системную морфодинамическую организацию земной поверхности, которая не отображалась на создаваемых прежде картах рельефа, т.е. картографирование морфосистем является новым *видом* тематического картографирования.

© В. П. Ступин, 2014

МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ КАРТ И БАЗ ДАННЫХ ПРИРОДНОГО И КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ (НА ПРИМЕРЕ АДМИНИСТРАТИВНОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ)

Виктор Евгеньевич Гагин

ОАО ВостСибАГП, 664011, Россия, г. Иркутск, ул. Нижняя Набережная, 14, кандидат технических наук, ведущий инженер, тел. 8904-110-58-47, e-mail: victor_gagin@mail.ru

Надежда Валентиновна Котельникова

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, кандидат географических наук, доцент кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (395-2)41-27-19, e-mail: irkplast@mail.ru

Рассмотрены этапы создания цифровой карты природного и культурного наследия территорий. Дана общая технологическая схема создания цифровой карты объектов и комплексов природного и культурного наследия. Представлены векторные слои и атрибутивная составляющая цифровой карты.

Ключевые слова: цифровая карта, природное наследие, культурное наследие, атрибутивные данные.

CREATION METHODS OF DIGITAL MAPS AND DATABASES OF NATURAL AND CULTURAL HERITAGE (FOR EXAMPLE ADMINISTRATIVE DISTRICT BURYATIA)

Victor E. Gagin

ОАО EastSibAGC, 664011, Russia, Irkutsk, 14 Lower Seafront, candidate of technical sciences, tel. (395-2)99-22-20, e-mail: victor_gagin@mail.ru

Nadezda V. Kotelnikova

National Research Irkutsk State Technical University, 664074, Russia, Irkutsk, 83 Lermontova, candidate of geographical Sciences, associate professor of Surveying and Geodesy, tel. (395-2)41-27-19, e-mail: irkplast@mail.ru

The stages of creation of digital maps of natural and cultural heritage areas. Given a General technological scheme of creation of digital maps of objects and complexes of natural and cultural heritage. Presents vector layers and attribute component of digital maps.

Key words: digital maps, natural heritage, cultural heritage, attribute data.

В последнее время в картографической науке активно развиваются методологические и технологические аспекты новой отрасли картографии – геоинформационного картографирования. Электронные технологии геоинформационного картографирования практически заменили методы аналогового создания карт. Инструментами создания электронных карт и баз данных выступают географические информационные системы (ГИС) [1].

Общая технологическая схема создания цифровой карты объектов и комплексов природного и культурного наследия (ПиКН) представлена на рис. 1.

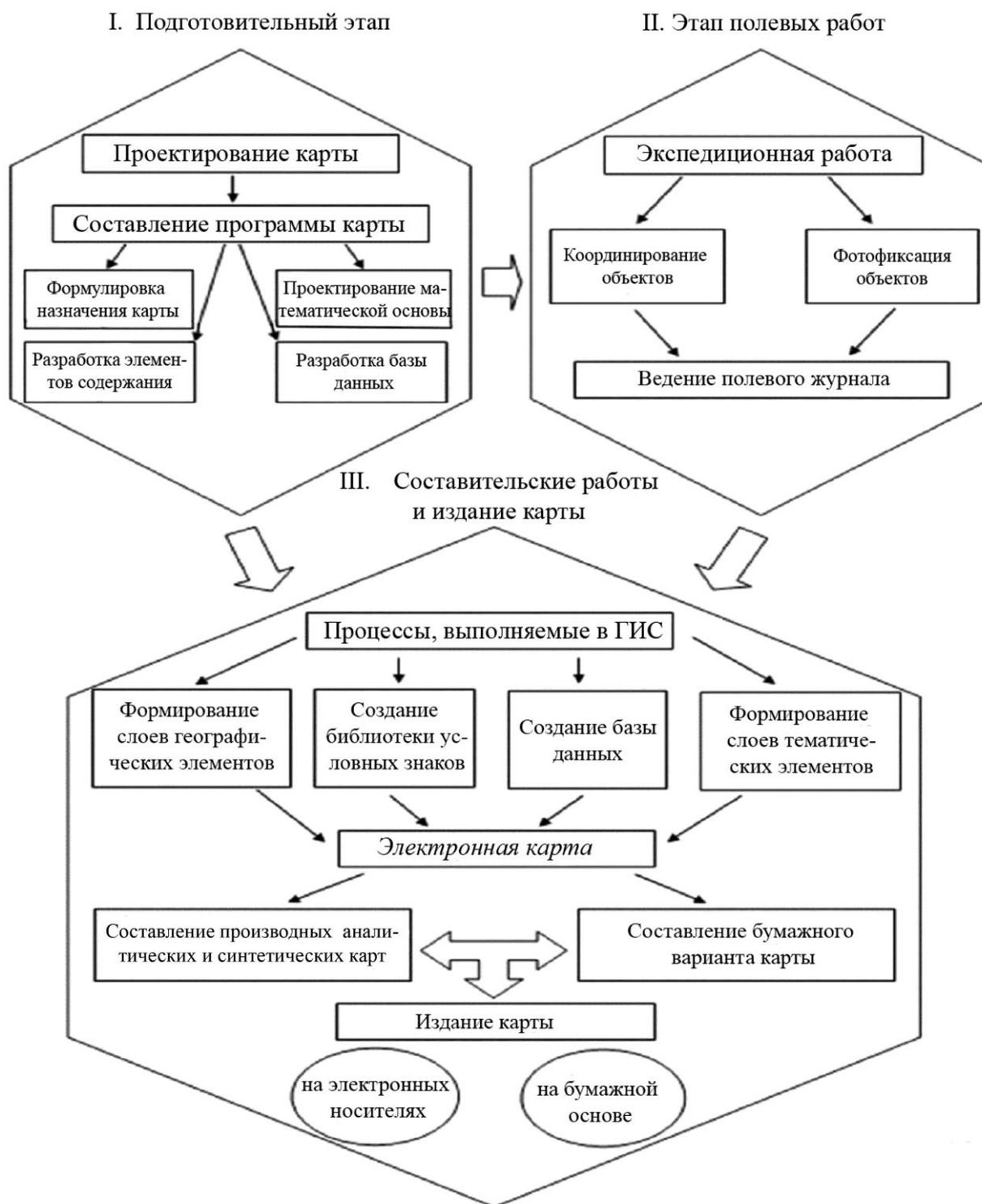


Рис. 1. Общая технологическая схема создания цифровой карты объектов и комплексов ПиКН

На этапе полевых работ производится координирование, заполнение полевого журнала обследования и фотографирование объектов.

Координирование объектов подразумевает получение географических координат в системе координат WGS-84 портативным GPS навигатором. В работе

может использоваться GPS навигатор Garmin GPSMAP 62s. Данный навигатор позволяет получать координаты с точностью до 3 метров, что соответствует точности используемой цифровой топографической основы масштаба 1:100000.

В полевых журналах фиксируется следующая информация: дата, наименование объекта, номер точки (этот же номер вводится в память GPS навигатора), номер фотографии, краткое описание объекта, прочая информация.

Составительский этап включает в себя весь комплекс работ по составлению карты, который осуществляется средствами геоинформационных технологий: ГИС Карта 2008 (ПАНОРАМА) и ГИС MapInfo Professional.

ГИС Карта 2008 (ПАНОРАМА) предназначена для создания и редактирования цифровых карт, контроля качества, ведения баз данных, печати карт, обработки растровой информации и других работ, связанных с обработкой векторных данных.

ГИС MapInfo Professional является высокоэффективным средством для визуализации и анализа пространственной информации. В MapInfo Professional возможно выполнение сбора и хранения картографических данных в БД с учетом пространственных свойств и отношений объектов, а также их редактирование и обработка. В MapInfo Professional хорошо проработана система SQL-запросов, позволяющая выполнять аналитические исследования и в дальнейшем получать новые научные результаты.

В ГИС Карта 2008 (ПАНОРАМА) производилась обработка исходных топографических карт с расширением файлов *.sxf. путем сшивки трапеций и формировании отдельных векторных слоев общегеографических элементов. Осуществлялся контроль качества электронной основы карты, контроль метрики, топологии и т.п.

Следующим шагом явилось конвертирование векторных слоев в формат ГИС MapInfo Professional с расширением файлов *.map. В ГИС MapInfo Professional происходит окончательное формирование файлов слоев общегеографических (гидрография, населенные пункты, пути сообщений, границы, рельеф, промышленные и социальные объекты) и тематических (природное наследие, культурное наследие археологический тип, культурное наследие исторический тип, культурное наследие культурный тип, культурное наследие религиозный тип, другие объекты природы и культуры) элементов.

Файлы, которые образуются путем конвертации из ГИС Карта 2008 (ПАНОРАМА), проходят полную интерпретацию атрибутов и системы условных обозначений в среде ГИС MapInfo Professional, т.е., элементы картографической информации преобразовываются и приводятся к общей структуре классификатора.

Работа над тематическим содержанием карты заключается в процессе цифрования и локализации объектов и комплексов ПиКН на векторной основе общегеографического содержания, а также в формировании библиотеки условных обозначений и разработке легенды тематических элементов карты.

В процессе формирования легенды общегеографических объектов используется стандартизованная библиотека условных обозначений, применяемая при создании топографических карт масштаба 1:100 000.

При разработке условных обозначений тематического содержания учитываются метрические особенности объектов и комплексов ПиКН. В основном при их разработке применяется способ картографического отображения – локализованные значки. Поскольку объекты не выражаются в масштабе карты, то этот способ оптимально подходит для указания местоположения объектов.

При разработке некоторых элементов природного содержания использовался способ картографического отображения - линейные знаки. Данным способом возможно отображение границ площадных объектов.

Одним из главных процессов в разработке карты объектов и комплексов ПиКН, выполняемые в ГИС MapInfo Professional, является разработка и наполнение базы данных.

В ГИС основными компонентами являются пространственные и атрибутивные данные. Первые включают в себя все пространственно-кодированные данные: описания объектов реальности, цифровые изображения, цифровые карты, каталоги координат пунктов опорной геодезической сети и т.п. [2]. Атрибутивные данные представляются в форме специальных атрибутивных таблиц, состоящих из строк и столбцов. Таблица атрибутов объектов – это особый тип файла данных, хранящий информацию о каждой точке, дуге или полигоне. Она содержит стандартные атрибуты, появляющиеся в определенном порядке. Таблицы этого типа содержат все данные тематических атрибутов, связанные с пространственной информацией карты [3]. Совокупность этих данных составляет базу геоданных, или модель пространственных объектов.

Каждому слою карты соответствуют таблицы с тематическими атрибутами (семантические характеристики), что в совокупности составляет атрибутивную базу данных карты. Например, слой карты - Природное наследие, семантические характеристики - имя условного знака, имя слоя, название объекта, собственное название, класс наследия, тип наследия, вид наследия, вид объекта, название объекта, статус объекта наследия. Как уже говорилось, топографическая основа карты изначально формируется в программе ГИС Карта 2008, в которой в свою очередь регламентирована база атрибутивных данных, в том числе и семантические свойства объектов на весь масштабный ряд цифровых топографических карт. Данная информация при конвертации переходит в качестве атрибутов к объектам карты в ГИС MapInfo Professional.

При учете набора данных семантических характеристик объектов в общегеографических и тематических слоях цифровой карты природного и культурного наследия можно производить анализ, получать коэффициенты зависимостей явлений между собой, плотностей и т.п. С помощью ГИС-анализа появляется возможность получать новые картографические результаты.

После окончательной корректуры и редактирования инвентаризационной и ряда производных цифровых карт ПиКН производятся работы связанные с процессом издания карты. В ГИС MapInfo Professional происходит окончательное

формирование компоновки и конвертация карты в графический редактор CorelDraw, который выступает в качестве инструмента, обеспечивающего окончательный вывод принтерной пробы карты.

Цифровая карта объектов и комплексов ПиКН Хоринского района Республики Бурятия создана в геоинформационной среде программного продукта MapInfo Professional, что позволяет пользователям:

- оперативно вносить изменения в интерактивную составляющую карты;
- обновлять атрибутивную информацию;
- производить конвертацию в другие форматы данных;
- осуществлять печать отдельных фрагментов и всей цифровой карты в различных масштабных иерархиях;
- выполнять запросы и поиск объектов определенных семантических свойств;
- проводить ГИС-анализ и получать новые оценочные картографические результаты;
- получать оптимальную визуализацию путем построения трехмерных моделей местности и др.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Jones C. Geographical Information Systems and Computer Cartography. Longman Limited, 1997. P. 319.
2. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков [Текст] : учебник / И.К. Лурье // 2-е издание, испр. – М.: КДУ, 2010. – С. 424.
3. Атрибутивная информация в ГИС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://memel.ucoz.ru/index/0-10>.

© В. Е. Гагин, Н. В. Котельникова, 2014

К ПРОГРАММЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ТОПОГРАФО-ТЕМАТИЧЕСКОЙ КАРТЫ, СОЗДАВАЕМОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС И ДЗЗ

Леонид Александрович Пластинин

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Директор Центра космических технологий и услуг, доктор технических наук, профессор кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. +7914-881-18-08, e-mail: irkplast@mail.ru

Хоанг Зыонг Хуан

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, аспирант кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. +7924-700-57-73, e-mail: duonghuan209@gmail.com

Даши Гомбоевич Сыренов

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, аспирант кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (83952)40-51-03

В статье рассмотрены этапы геоинформационного картографирования с использованием космических снимков для создания электронной топографо-тематической карты (ЭТТК). Выделены основы блоки ЭТТК и представлены направление их практического использования.

Ключевые слова: электронная топографо-тематическая карта, геоинформационная система, дистанционное зондирование земли.

TO PROGRAM THE ELECTRONIC TOPOGRAPHIC AND THEMATIC MAPS CREATED USING GIS AND REMOTE SENSING

Leonid A. Plastinin

National research Irkutsk state technical university, 664074, Russia, Irkutsk, 83, Lermontov St., Director, Center for Space Technology and Services, Doctor of technical sciences, professor of the Department of Mine survey and Geodesy, tel. +7914-881-18-08, e-mail: irkplast@mail.ru

Hoang Duong Huan

National research Irkutsk state technical university, 664074, Russia, Irkutsk, 83, Lermontov St., post-graduate student of the Department of Mine survey and Geodesy, tel. +7924-700-57-73, e-mail: duonghuan209@gmail.com

Dashi G. Surenov

National research Irkutsk state technical university, 664074, Russia, Irkutsk, 83, Lermontov St., post-graduate student of the Department of Mine survey and Geodesy, tel. (83952)40-51-03

The article presented the steps of Geoinformation mapping using satellite imagery to create an electronic topographic and thematic maps (ETTK). Distinguished the basic blocks ETTK and presented their direction practical for use.

Key words: electronic topographic and thematic map, geographical information system, remote sensing.

Сущность топографической карты в широком понимании рассматривается, как универсальной карты, применяемой при проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных объектов и сооружений [2]. При решении задач, связанных с природными условиями и ресурсами, возникает научная проблема, которая направлена на повышение географического и экологического содержания топографической карты с одной стороны. С другой стороны, предлагается создание нового типа карт – электронных топографо-тематических карт, составляемых с использованием геоинформационных систем (ГИС) и дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

С применением ГИС стало возможным быстро и качественно производить *преобразование картографического изображения*, трансформирование его с целью создания производных карт и получения по ним новой информации [1].

Программа электронной топографо-тематической карты (ЭТТК) базируется на использовании трех основных источников:

- цифровой топографической основы;
- космических снимков среднего и высокого разрешения;
- отраслевой информации

При создании ЭТТК карты применены программное обеспечение ГИС Панорама (Конструкторское бюро «Панорама», Россия), для автоматизированной обработки космических снимков – программное обеспечение ENVI (Компания Exelis VIS, США) [6,7].

Технология геоинформационного картографирования (в компьютерной среде) по космическим снимкам включает 2 этапа, которые в общем виде можно представить на рис. 1.

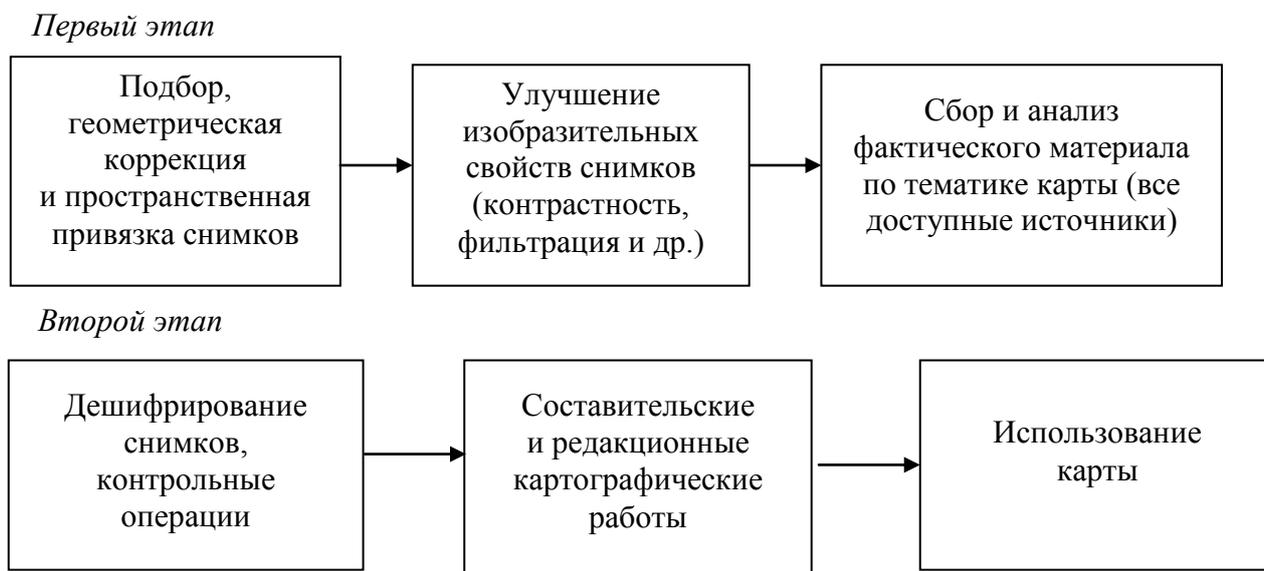


Рис. 1. Обобщенная схема технологии геоинформационного картографирования с использованием космических снимков

Идентификация объектов картографирования, как и в классической (бумажной) картографии, использующей материалы дистанционной съемки, базируется на комплексном анализе как самих значений объектных характеристик, так и их пространственно-временной организации. Прямое определение характеристик геопространства дает более достоверные результаты, поэтому в картографическом производстве присутствуют апробированные практикой полевые контрольные операции. В случае косвенного (дистанционного) измерения характеристик эта задача становится нетривиальной и переходит в разряд частично или полностью неопределенных. Примером таких задач может служить интерпретация изображений, полученных различными съемочными системами.

Поскольку картографической основой электронных карт является топографическая основа, элементы ее содержания являются надежным «каркасом» для привязки тематического (специального) содержания, облегчают восприятие природно-ресурсной, социально-экономической и экологической ситуации, а также динамические процессы и явления, связанные с развитием территории и эксплуатацией природных ресурсов. Кроме стандартного содержания топографической основы к специальной тематической нагрузке относятся следующие элементы содержания [4]:

- лесохозяйственные объекты (количественные и качественные характеристики лесных ресурсов, интенсивность лесопользования, лесовосстановление, квартальная лесоуправляющая сеть и др.);
- земельные ресурсы;
- водные ресурсы и водохозяйственные объекты;
- минерально-сырьевые ресурсы;
- границы (муниципальных образований, землепользователей, держателей лесного фонда и т.д.).

Исходя из выше изложенного, условно слои ЭТТК включают:

- блок социально-экономических объектов (населенные пункты, дорожная сеть, промышленные и сельскохозяйственные объекты, границы);
- блок природных объектов (гидрография, рельеф, растительный покров и грунты);
- блок дополнительной информации (математическая и геодезическая основа, справочная информация).

Кроме того, топографо-тематическая карта в любом ее представлении является моделью и обладает рядом свойств, например, проекцией, масштабом, неограниченной смысловой нагрузкой, генерализацией содержания и др., которые необходимо знать и учитывать пользователю. Как и картографическое изображение, снимок также является моделью местности и обладает в той или иной степени вышеупомянутыми свойствами, но содержит дополнительную закодированную информацию о геопространстве (местности), требующую расшифровки. Объем и характер извлекаемой информации находятся в зависимости от технических и природных условий съемки, направления исследований и квалификации оператора [3]. Но не всегда информативность дистанционного

снимка связана с увеличением его масштаба (разрешения) – все зависит от характера исследований. При интерпретации снимка возможно применение автоматических систем анализа оптических плотностей и цветовой гаммы, то есть кроме визуального дешифрирования быстро развивается и автоматическое распознавание объектов с использованием инновационных компьютерных технологий.

На рис. 2 приведена схема формирования тиражного оттиска ЭТТК.

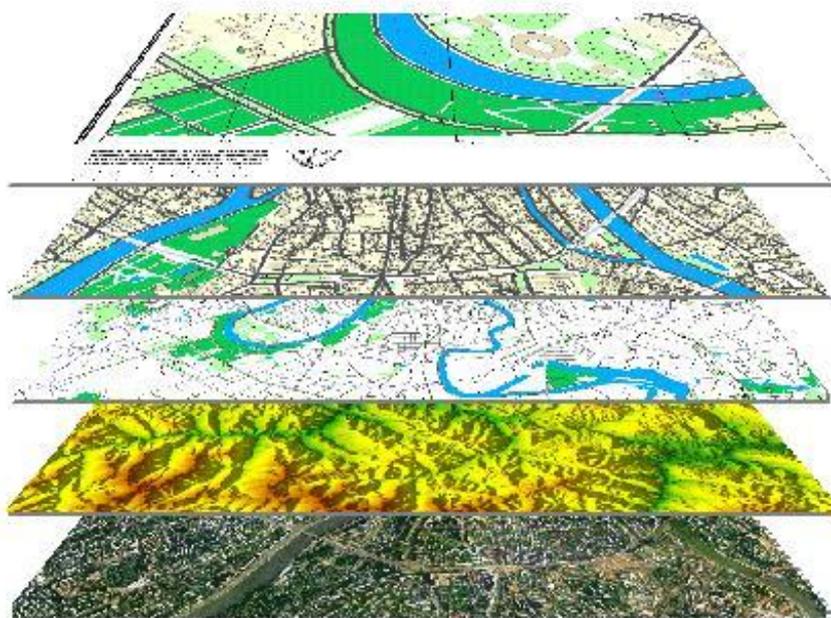


Рис. 2. Полный цикл от космического снимка до тиражного оттиска электронной топографо-тематической карты

Таким образом, комплексное использование ГИС-технологий и технологии ДЗЗ при создании ЭТТК позволяют, в числе других, решать следующие задачи [5,6]:

- наблюдение за динамическими процессами и явлениями в режиме реального времени по данным дистанционного зондирования (расширение селитебных территорий, промышленных зон, мониторинг аквальных систем, размещение транспортных магистралей и др.);

- анализ экологического состояния природных систем (загрязнение атмосферы по ранневесенним снимкам снегового покрова, выявление источников загрязнения водных объектов, оперативное слежение за лесосводкой и др.);

- определение экологической комфортности территорий по данным о состоянии природной среды, размещение особо охраняемых территорий, обоснование и проектирование рекреационных объектов и т.д.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Берлянт А.М. Картография : учебник для вузов. – М.: Аспект-Пресс, 2002, – 336 с.
2. Верещака Т.В. Топографические карты: научные основы содержания. – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2002. – 319 с.
3. Кравцова В.И. Космические методы картографирования / Под ред. Ю.Ф. Книжникова. – М.: 1995. – 240 с.
4. Пластинин, Л.А. Прикладные экологические карты Байкальского региона // Фундаментальные и прикладные проблемы окружающей среды (ППОС-95) / Тезисы докладов международной конференции. – Томск.: Изд-во Томского университета, 1995.
5. Пластинин Л. А., Олзоев Б. Н. Система космического мониторинга за деятельностью отраслей хозяйства Иркутской области // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 2. – С. 169-176.
6. Пластинин Л.А., Хоанг Зыонг Хуан, Чинь Ле Хунг. Разработки методики автоматизированного установления границ элементов гидрографии по разновременным космическим снимкам. Вестник ИрГТУ, 2013. №10. С.91-95.
7. Программный комплекс ENVI. Режим доступа: [<http://www.envisoft.ru/>].
8. Программный комплекс ГИС Панорама. Режим доступа: [<http://www.gisinfo.ru/>].

© Л. А. Пластинин, Хоанг Зыонг Хуан, Д. Г. Сыренов, 2014

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗНОВРЕМЕННЫХ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ НА ПРИМЕРЕ ПРИБАЙКАЛЬСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА

Борис Николаевич Олзоев

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, кандидат географических наук, заместитель директора Центра космических технологий и услуг, доцент кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (395-2) 40-5900 (доб. 111-35), e-mail: bnozoev@yandex.ru

Юлия Григорьевна Никитина

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, аспирант кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (395-2) 40-59-00 (доб. 111-35), e-mail: yul-shevchuk@mail.ru

В статье представлена методика геоинформационного картографирования источников антропогенного воздействия на ландшафты Прибайкальского национального парка на основе визуального и автоматизированного дешифрирования многозональных космических снимков Landsat.

Ключевые слова: источники антропогенного воздействия; дешифрирование космических снимков; методика геоинформационного картографирования; Прибайкальский национальный парк.

GEOINFORMATION MAPPING SOURCES OF ANTHROPOGENIC EFFECTS USING MULTISPECTRAL SPACE IMAGES ON EXAMPLE PRIBAIKALSKY NATIONAL PARK

Boris N. Olzoev

National research Irkutsk state technical university, 664074, Russia, Irkutsk, 83, Lermontov St., candidate of geographical Sciences, deputy director of the Center of space technologies and services, associate professor of department of mine surveying and geodesy, tel. (395-2)40-59-00 (add. 111-35), e-mail: bnozoev@yandex.ru

Yulia G. Nikitina

National Research Irkutsk State Technical University, 664074, Russia, Irkutsk, 83, Lermontov St., post-graduate student, department of mine surveying and geodesy, tel. (395-2)40-59-00 (add. 11135), e-mail: yul-shevchuk@mail.ru

There is presented a technique for geoinformation mapping sources of anthropogenic impact on the landscape Pribaikalsky National Park based on the visual and automated interpretation of multispectral space images Landsat in the article.

Key words: sources of anthropogenic impact; interpretation of space images; technique of GIS-mapping; Pribaikalsky National Park.

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) – это эффективный метод сохранения и восстановления природной среды, однако ландшафтное раз-

нообразии данных территорий ежедневно прямо или косвенно подвержено антропогенному воздействию (антропогенной трансформации). Поэтому существует необходимость проводить оценку и мониторинг их состояния в целях обнаружения и прогнозирования негативных изменений ландшафтов ООПТ и их компонентов. На сегодняшний день использование картографического подхода с помощью данных ДЗЗ в целях наиболее эффективного решения данной проблемы позволяет получить наглядное высокоинформативное, объективное отображение геоэкологического состояния природных комплексов ООПТ в прошлом, настоящем и будущем.

Комплексная карта антропогенной трансформации ландшафтов составляется в зависимости от современного состояния природных комплексов, их антропогенных модификаций, от степени и характера хозяйственного использования и антропогенной нарушенности компонентов ландшафта, от вида и степени загрязнения окружающей среды и т.д.

Первым этапом составления карт антропогенной трансформации ландшафтов является картографирование источников антропогенного воздействия на ландшафты [6].

Для территории Республики Бурятия уже имеются подобные карты [7,8]. Для характеристики хозяйственной деятельности человека на данных картах приведена информация об источниках антропогенного воздействия на процессы трансформации и изменения природной среды, что позволяет оценить ландшафты по степени их эксплуатации и нарушенности.

В Прибайкалье эта проблема, в наибольшей степени, затрагивает одну из самых освоенных, легкодоступных и посещаемых ООПТ Иркутской области – Прибайкальский национальный парк (ПНП).

Прибайкальский национальный парк (далее – ПНП), основанный в 1986 г. на площади 418 тыс. га, занимает узкую полосу побережья Байкала от Култука до границы с Байкало-Ленским заповедником, ширина которой колеблется от 3 до 20 км, с двумя разрывами в районе пос. Бугульдейка и Курма на побережье пролива Малое моря. В состав Прибайкальского парка входит крупнейший остров оз. Байкала – Ольхон. На территории, вошедшей в границы парка без изъятия из хозяйственного использования, расположено 46 населенных пунктов сельского типа и 4 поселка городского типа, в которых проживает 15 тыс. чел [5].

Благодаря своему географическому положению, близостью к крупным населённым пунктам и промышленно-развитым центрам, лёгкой транспортной доступности, природные комплексы парка подвержены значительному влиянию хозяйственной деятельности человека.

Исходные данные. В качестве исходных материалов для данного исследования были использованы мультиспектральные изображения многозональных космических снимков Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM, Landsat 8 OLI на территорию Прибайкальского национального парка за 1994, 2006, 2011, 2013 гг., преимущественно летние месяцы.

Также были привлечены статистические (в т.ч. «Государственный доклад о состоянии озера Байкал и мерах по его охране...» за ряд лет [2]) и литературные источники, касающиеся темы нашего исследования.

Таким образом, на основе ряда литературных, статистических и картографических материалов, а также материалов ДЗЗ были определены и сведены в табл. 1 основные источники антропогенной нарушенности геосистем Прибайкальского национального парка (* выделены источники, которые не находятся на территории ПНП, но оказывают существенное воздействие на его геосистемы).

Таблица 1

Основные источники антропогенного воздействия на геосистемы Прибайкальского национального парка

Наименование	Вид локализации	Рабочее состояние	Класс природопользования
Все населённые пункты	очаговое	действующее	селитебное (застройка, ЖКХ)
БЦБК*	очаговое	приостановленное	промышленное
г. Свирск*	очаговое	действующее	промышленное
г. Черемхово*	очаговое	действующее	промышленное
г. Усолье-Сибирское*	очаговое	действующее	промышленное
г. Ангарск*	очаговое	действующее	промышленное
г. Иркутск*	очаговое	действующее	промышленное
г. Шелехов*	очаговое	действующее	промышленное
Месторождение "Буровщина"*	очаговое	действующее	горнопромышленное
Месторождение "Перевал"*	очаговое	действующее	горнопромышленное
Месторождение "Динамитное"*	очаговое	действующее	горнопромышленное
Месторождение "Ангасольское"	очаговое	действующее	горнопромышленное
Участок, примыкающий с С-В к Ангасольскому месторождению	очаговое	действующее	горнопромышленное
Месторождение "Бугульдейское"*	очаговое	действующее	горнопромышленное
Иркутское водохранилище	площадное	действующее	природно-техногенное
ЛЭП	линейное	действующее	промышленное: энергетика
Кругобайкальская ж/д	линейное	действующее	транспортное, рекреационное
Транссибирская магистраль	линейное	действующее	транспортное
Автомобильные дороги*	линейное	действующее	транспортное
Водный транспорт*	линейное	действующее	транспортное
Трубопроводы*	линейное	действующее	транспортное
Рыболовство	площадное, линейное	действующее	промышленное, браконьерное
Туризм, рекреация	очаговое	действующее	рекреационное
Пожары	площадное	периодическое	рекреационное
Сельское хозяйство	площадное	действующее	сельскохозяйственное
Вырубки	площадное	периодическое	лесохозяйственное

Методика. Все источники антропогенного воздействия по характеру локализации и отчасти воздействия можно классифицировать на три вида: очаговые, линейные и площадные. В соответствии с этим, на эколого-географических или инженерно-экологических картах данные объекты должны отображаться с помощью точечных, линейных и площадных знаков [1].

Для создания карты источников антропогенного воздействия на ландшафты Прибайкальского национального парка в ГИС MapInfo в качестве общегеографической основы были взяты векторные слои растительного покрова, гидрографии, включая оз. Байкал, границ ПНП. Векторные слои населённых пунктов (в которых нет промышленного производства) и дорожная сеть на данной карте являются одновременно и общегеографической основой, и одними из слоёв источников антропогенного воздействия на ландшафты ПНП. Населённые пункты показаны пунсонами, а пути сообщения линиями разного цвета (железные дороги – чёрного, автомобильные – жёлтого).

Точечные или очаговые источники (города, в которых имеются промышленные предприятия) представлены на карте локализованными значками в виде звёзд.

Площадное воздействие от источников хозяйственной деятельности человека имеют лесные вырубки, гари, пахотные земли, разработка месторождений полезных ископаемых. По отдельным зональным и цветным синтезированным изображениям разновременных космических снимков Landsat 5TM, Landsat 7ETM, Landsat 8OLI в комбинации каналов 3-2-1, 7-4-2, используя методику, применяемую в работах [3,4], отчётливо дешифрируются контуры выщеперечисленных объектов и их динамика. Для более точной фиксации произошедших изменений использовались автоматизированные разновременные композиты космических снимков, методика создания которых изложена в работах [4]. На представленных разновременных композитах все изменения достаточно чётко определены: зелёный цвет показывает исчезнувшие объекты, а розовый – наоборот, появившиеся на более позднем снимке.

Выщеперечисленные объекты оцифрованы по зональным или цветным синтезированным изображениям разновременных космических снимков за указанные годы с целью отображения их на карте способом ареалов и выявления динамики площадей данных воздействий.

Таким образом, в результате последовательного наложения слоёв, указанных на рис. 1, была создана карта «Источников антропогенного воздействия в ПНП», являющейся основой для следующего этапа подготовки карты «Антропогенной трансформации ландшафтов ПНП».

На рис. 2 приведён фрагмент указанной карты

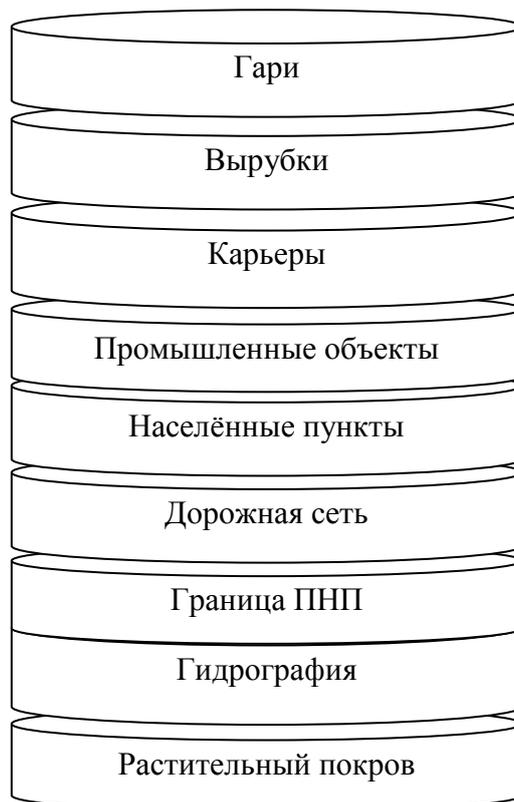


Рис. 1. Схема последовательного расположения векторных слоёв

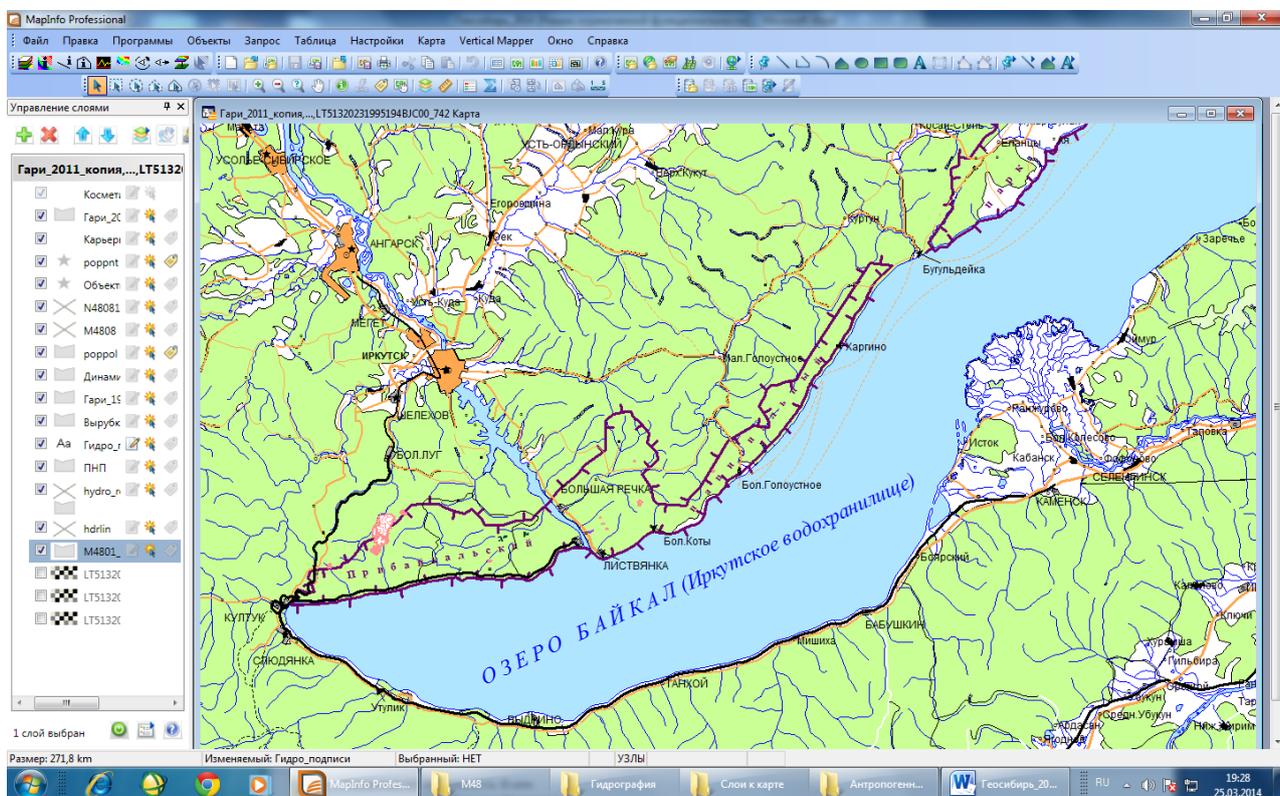


Рис. 2. Фрагмент карты «Источники антропогенного воздействия в Прибайкальском национальном парке» в ГИС MapInfo

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Геоэкологическое картографирование : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. / Б. И. Кочуров, Д. Ю. Шишкина, А. В. Антипова, С. К. Костовска ; под ред. Б. И. Кочурова. М.: Издательский центр «Академия», 2009. 192 с.
2. Государственный доклад о состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2006, 2011 годах. // Портал об охране озера Байкал. – Режим доступа: [<http://geol.irk.ru/baikal/>].
3. Дешифрирование многозональных космических снимков. Методика и результаты: альбом. М.–Берлин: Наука, Akademie-Verlag Berlin, 1982. 85 с.
4. Изучение антропогенной трансформации ландшафтов Прибайкалья по космическим снимкам (на примере острова Ольхон). // Б.Н. Олзоев, Ю.Г. Никитина (Шевчук) // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. Т. 85. № 2. С. 67-74
5. Общая информация. // Официальный сайт Прибайкальского государственного национального парка – Режим доступа: [http://www.pribaikalsky.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=144&Itemid=294].
6. Петрова И.Ф. Отображение антропогенной трансформации геосистем на эколого-географических картах. // Геология, география и глобальная энергия. 2012. № 4 (47). С. 182-187.
7. Электронная «Ландшафтно-экологическая карта Республики Бурятия. Масштаб 1:1000000. / Под ред. Пластинина Л.А., Батуева А.Р., Котельниковой Н.В. – Иркутск: НУПКЦ «Сибэкокарта», 2010.
8. Электронная «Карта природопользования Республики Бурятия. Масштаб 1:1000000. / Под ред. Пластинина Л.А., Батуева А.Р., Котельниковой Н.В. – Иркутск: НУПКЦ «Сибэкокарта», 2010.

© Б. Н. Олзоев, Ю. Г. Никитина, 2014

ЭЛЕКТРОННЫЕ КАРТЫ В УПРАВЛЕНИИ МУНИЦИПАЛЬНЫМИ ОБРАЗОВАНИЯМИ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Сергей Федорович Мазуров

ОАО ВостСиб АГП, 664011, Россия, Иркутск, ул. Ниж. Набережная, 14, генеральный директор, тел. 99-22-20, e-mail: vsagp@vsagp.com

Даши Гомбоевич Сыренов

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, аспирант кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (83952) 40-51-03

В статье определены роль и значение электронных карт в практике управления муниципальными образованиями и представлены технологические аспекты их геоинформационного картографирования.

Ключевые слова: электронная карта, геоинформационное картографирование, муниципальные образования.

ELECTRONIC MAPS IN THE MANAGEMENT OF MUNICIPAL BAIKAL REGION

Sergey F. Mazurov

ОАО EastSibAGC, 664011, Russia, Irkutsk, 14 Lower Seafront, General director tel. 99-22-20, vsagp@vsagp.com

Dashi G. Surenov

National research Irkutsk state technical university, 664074, Russia, Irkutsk, 83, Lermontov St., post-graduate student of the Department of Mine survey and Geodesy, tel. (83952) 40-51-03

The article defines the role and importance of electronic maps in management practices and municipalities presented their technological aspects of Geoinformation mapping

Key words: electronic map, GIS mapping, municipalities.

Эффективное управление муниципальными образованиями любого уровня предполагает использование полной и достоверной информации о пространственных (географических) и атрибутивных (описательных) характеристиках различных объектов, социально-экономических и экологических процессах, происходящих на территориях, а также об имеющихся ресурсах, прогнозных и других аналитических данных по широкому спектру вопросов. Такая информация, в частности, содержится в ГИС – географической информационной системе, обеспечивающей сбор, обработку, систематизацию, отображение и анализ данных в форме цифровых представлений координированных данных, то есть одной из важнейших функций ГИС является «пространственный анализ геопространства» в компьютерной среде[1].

Электронные карты отображаются на экране монитора и в принципе могут состоять из неограниченного набора тематических слоев, каждый из которых

может корректироваться (обновляться) в зависимости от текущих изменений ситуации. Это облегчает работу оператора и позволяет пользователю (представителям органов власти, хозяйственных структур, бизнеса и предпринимательства) отслеживать пространственные характеристики территорий, степень трансформации природных геосистем в результате хозяйственной деятельности человека и других факторов, а также разрабатывать основные направления природоохранной деятельности. Практика показывает, что многие административные структуры региона, ответственные за сохранение природной среды как главного условия, обеспечивающего жизнедеятельность населения, не в полной мере используют инновационные технологии, базирующиеся на анализе космической информации и материалов электронного картографирования муниципальных образований. Так, особенно высокая степень загрязнения природной среды наблюдается в Иркутско-Черемховском районе вследствие выбросов предприятий топливно-энергетического комплекса, машиностроительной, угольной, нефтеперерабатывающей, химической и др. отраслей промышленности [2]. Известны факты сведения леса в прибрежной зоне Байкала, загрязнение его берегов в результате хаотического развития туризма. В приангарских административных районах Иркутской области предметом особого внимания органов власти должны быть неблагоприятные ситуации, связанные с эксплуатацией (преобразованием и загрязнением) водных объектов и истощением лесных ресурсов. Продолжающаяся деградация природы свидетельствует о необходимости принятия дополнительных мер в области экологической политики в Байкальском регионе.

Районные муниципальные образования можно рассматривать как ограниченные геопространства, которые могут изучаться различными способами. Кроме натурного обследования территорий и анализа справочных, статистических и других аналитических материалов широко применяются картографический и дистанционный методы исследования; последние позволяют оперировать пространственной информацией, отнесенной к дате составления карты или производства дистанционной (аэрокосмической) съемки. Однако любая тематическая или топографическая (общегеографическая) карта в любом ее представлении является моделью и обладает рядом свойств, например, проекцией, масштабом, ограниченной смысловой нагрузкой, генерализацией содержания и др., которые необходимо знать и учитывать пользователю. Как и картографическое изображение, снимок также является моделью местности и обладает в той или иной степени вышеупомянутыми свойствами, но содержит дополнительную закодированную информацию о геопространстве (местности), требующую расшифровки. Объем и характер извлекаемой информации находятся в зависимости от технических и природных условий съемки, направления исследований и квалификации оператора. Но не всегда информативность дистанционного снимка связана с увеличением его масштаба (разрешения) – все зависит от характера исследований. При интерпретации снимка возможно применение автоматических систем анализа оптических плотностей и цветовой гаммы, то есть кроме визуального дешифрирования быстро развивается и автоматическое рас-

познавание объектов с использованием инновационных компьютерных технологий.

Технологические аспекты цифрового картографирования муниципальных образований Иркутской области, картографическое обеспечение образовательных программ и лесохозяйственных задач представлены на рис. 1.

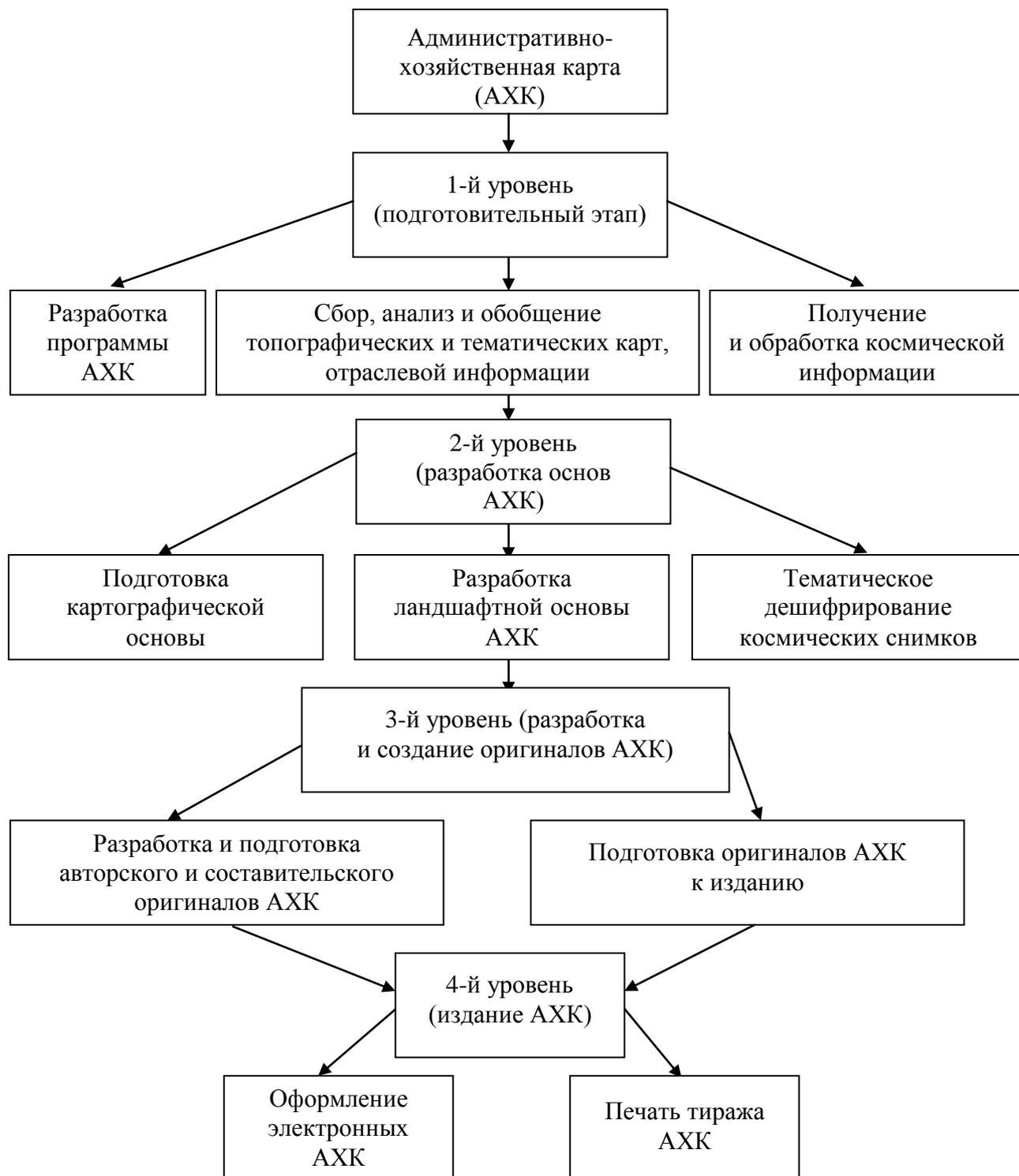


Рис. 1. Технологическая схема создания цифровых административно-хозяйственных карт

Пространственные и атрибутивные характеристики локальных территорий и объектов местности в геоинформационных системах можно представить в виде набора следующих материалов:

- аэрокосмические снимки;
- карты;
- текстовые и графические документы;
- баз данных.

Технология геоинформационного картографирования (в компьютерной среде) по космическим снимкам включает 2 этапа, которые в общем виде можно представить на рис. 2.



Рис. 2. Обобщенная схема технологии геоинформационного картографирования районных муниципальных образований с использованием космических снимков

Идентификация объектов картографирования, как и в классической (бумажной) картографии, использующей материалы дистанционной съемки, базируется на комплексном анализе как самих значений объектных характеристик, так и их пространственно-временной организации. Прямое определение характеристик геопространства дает более достоверные результаты, поэтому в картографическом производстве присутствуют апробированные практикой полевые контрольные операции. В случае косвенного (дистанционного) измерения характеристик эта задача становится нетривиальной и переходит в разряд частично или полностью неопределенных. Примером таких задач может служить интерпретация изображений, полученных различными съемочными системами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Карпик А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий: монография. – Новосибирск: СГГА, 2004. – 260 с.
2. Напрасникова Е. В., Воробьева И. Б. Подходы и основные результаты исследований урбанизированной территории в условиях Сибири // Материалы XIII научного совещания географов Сибири и Дальнего Востока (Иркутск, 27-29 ноября 2007 г.). – Иркутск: Изд-во Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2007. – Т. 2. – С. 89–90.

© С. Ф. Мазуров, Д. Г. Сыренов, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

1. Э. Тайле. О подготовке специалистов по геодезии и геоматике в технических колледжах Германии	3
2. С. В. Дубровина. Автонавигационное картографирование в России и перспективы его развития	7
3. О. Д. Аюнова, К. Д. Аракчаа, С. А. Чупкиова. Геоинформационное картографирование аржаанного комплекса «Чойганские минеральные воды»	12
4. П. А. Коноплев, А. В. Скрипников. Электронные карты месторождений нефти как основа ГИС ОАО «Газпромнефть-ННГ».....	17
5. С. С. Дышлюк, О. Н. Николаева, Л. А. Ромашова. Серия цифровых экологических карт промышленного центра как часть инфраструктуры пространственных данных	22
6. Д. Б. Новоселов, И. С. Кирьянов. Использование полевого кодирования при съемке местности и отображении объектов и ситуаций в программе CREDO_DAT 4.1	27
7. Д. Б. Новоселов, В. А. Новоселова, Е. А. Звягинцев. Создание и внедрение туристических информационных систем на базе трехмерных виртуальных моделей местности	33
8. Д. Б. Новоселов, Д. В. Самбурский. Применение современных компьютерных технологий при обработке и анализе результатов наблюдений за деформациями зданий и сооружений	39
9. А. В. Комиссаров, Л. К. Радченко. Геоинформационная модель мониторинга технического состояния трубопроводов нефтегазового комплекса	44
10. Ю. В. Гаврилов, Т. Е. Елишина. Совершенствование современных методов отображения рельефа светотенью на картах в Adobe Photoshop	49
11. Е. Л. Касьянова. Создание электронных карт для правозащитных организаций.....	52
12. Д. В. Лисицкий, П. Ю. Бугаков. Особенности генерализации перспективных карт	57
13. З. В. Левитская. О создании открытого геоинформационного портала Федерального агентства лесного хозяйства.....	65
14. Ю. В. Гаврилов, М. А. Нольфина. Создание аналитических карт методами геоинформационного картографирования	69
15. С. А. Крылов, Г. И. Загребин, И. Е. Фокин. Выбор и реализация способов картографического изображения картографируемых объектов и явлений в геоинформационных системах	73

16. <i>Т. Ю. Бугакова, Д. А. Яковлев.</i> Определение пространственно-временного состояния техногенных объектов методами математического моделирования с использованием современных программных продуктов	78
17. <i>С. А. Третьяков, А. В. Карасюк.</i> Выполнение изыскательских работ для подготовки проектов под системы автоматизированного управления	83
18. <i>В. В. Щербаков, И. В. Щербаков.</i> Анализ способов постановки железнодорожного пути в проектное положение при реконструкции (модернизации) и эксплуатационной работе.....	87
19. <i>И. А. Бунцев.</i> Система автоматизированного управления для выставки пути в проектное положение с использованием глобальных навигационных спутниковых систем	93
20. <i>А. В. Елагин.</i> Сравнение результатов вычислений высот геоида и уклонов отвесных линий по компьютерным программам Grav и hsynth_WGS84.....	98
21. <i>В. М. Жидов.</i> Использование спутниковой геодезической аппаратуры при реконструкции железнодорожного пути.....	101
22. <i>Н. К. Шендрик.</i> Оценка точности и методика реконструкции координат пунктов спутниковой сети базовых станций Новосибирской области в системе координат СК-42.....	104
23. <i>А. П. Картик, Л. А. Липатников.</i> Проблемы и перспективы точного позиционирования с использованием массовой аппаратуры потребителя ГНСС	113
24. <i>И. Г. Ганагина, Н. С. Косарев, Р. Ф. Темирбулатов.</i> Выбор ГНСС аппаратуры для реализации точного позиционирования подвижных объектов.....	118
25. <i>А. С. Глазунов.</i> Современная методика совместного определения астрономических координат	123
26. <i>Н. С. Косарев, С. О. Шевчук.</i> Проблема срывов фазовых наблюдений в методе точного точечного позиционирования.....	128
27. <i>А. В. Антипов, П. М. Секачев.</i> Особенности разборного мобильного лазерного комплекса на примере аппаратно-программного комплекса «Сканпуть».....	135
28. <i>А. В. Антипов, П. М. Секачев.</i> Технические особенности мобильного лазерного сканера АПК «Сканпуть»	139
29. <i>В. А. Середович, М. А. Алтынцев, Р. А. Попов.</i> Выбор методики уравнивания данных мобильного лазерного сканирования в зависимости от качества полученных данных и снимаемой территории.....	142
30. <i>А. В. Иванов, Е. И. Горохова, Л. И. Горохова, К. В. Мурашов.</i> Создание 3D-модели планетария СГГА по данным наземного лазерного сканирования для модернизации звездного зала.....	150

31. <i>В. А. Середович, Р. А. Попов, М. А. Алтынцев.</i> Выявление изменений в инфраструктуре города по данным мобильного лазерного сканирования.....	156
32. <i>Е. И. Горохова.</i> Мониторинг деформаций тоннелей в ПО Matlab.....	161
33. <i>А. Г. Неволин, Т. М. Медведская.</i> Классификация результатов наземного лазерного сканирования с учетом коэффициента отраженного сигнала	166
34. <i>В. Н. Долгоносков, П. С. Шпаков, О. В. Старостина, Н. Г. Бесимбаев.</i> Расчет параметров внутренних отвалов разреза «Богатырь».....	172
35. <i>О. Г. Бесимбаева, Е. Н. Хмырова, А. С. Бедарев, А. О. Даулетова.</i> Исследование возможности 3D моделирования для маркшейдерского обеспечения ведения горных работ.....	178
36. <i>Ж. М. Батыршаева, Р. Н. Джамантыкова, Г. О. Исаинова, А. Д. Каранеева.</i> Современные технологии для автоматизации маркшейдерско-геодезических измерений	184
37. <i>А. А. Басаргин.</i> Проектирование структуры базы данных для подсчета запасов и ресурсов твердых полезных ископаемых	189
38. <i>Е. К. Нуржумин, Ж. З. Толеубекова, Т. Т. Ипалаков, Р. К. Камаров, Э. Р. Нургалыулы.</i> Геолого-геометрическая изменчивость поверхности рудной залежи месторождения полезных ископаемых и ее изученность	194
39. <i>Ф. К. Низаметдинов, Д. В. Мозер, А. А. Нагибин.</i> Союз маркшейдеров Казахстана в действии.....	201
40. <i>А. И. Каленицкий, Э. Л. Ким, В. А. Середович.</i> К вопросу создания геодинамических полигонов на месторождениях нефти и газа.....	207
41. <i>В. П. Ступин, Л. А. Пластинин.</i> Принципы картографического моделирования и морфодинамического анализа горнопромышленных морфосистем	214
42. <i>В. П. Ступин.</i> Картографические модели морфосистем в иерархии тематических карт природы	223
43. <i>В. Е. Гагин, Н. В. Котельникова.</i> Методика создания цифровых карт и баз данных природного и культурного наследия (на примере административного района Республики Бурятия)	227
44. <i>Л. А. Пластинин, Хоанг Зыонг Хуан, Д. Г. Сыренов.</i> К программе электронной топографо-тематической карты, создаваемой с использованием ГИС и ДЗЗ.....	232
45. <i>Б. Н. Олзоев, Ю. Г. Никитина.</i> Геоинформационное картографирование антропогенного воздействия с использованием разновременных космических снимков на примере Прибайкальского национального парка.....	237
46. <i>С. Ф. Мазуров, Д. Г. Сыренов.</i> Электронные карты в управлении муниципальными образованиями Байкальского региона	243

CONTENTS

1. <i>E. Theile</i> . A new approach to geodesy and geomatics engineering training programs at colleges in Germany	3
2. <i>S. V. Dubrovina</i> . Autonavagation mapping in Russia and prospects of its development	7
3. <i>O. D. Ajunova, K. D. Arakchaa, S. A. Chupikova</i> . Gis mapping of the «Choigan mineral water» arzhaan complex	12
4. <i>P. A. Konoplev, A. V. Skripnikov</i> . Electronic maps oil field as the basis GIS JSC «Gazpromneft-NNG»	17
5. <i>S. S. Dyshluk, O. N. Nikolaeva, L. A. Romashova</i> . The series of digital ecological maps of the city as a component of geospatial data infrastructure	22
6. <i>D. B. Novoselov, I. S. Kiryanov</i> . The use of field encoding, survey and mapping of objects and situations in the program CREDO_DAT 4.1	27
7. <i>D. B. Novoselov, V. A. Novoselova, E. A. Zvyagintsev</i> . Creating and implementation of tourist information systems based on three-dimensional virtual terrain models.....	33
8. <i>D. B. Novoselov, D. V. Sambursky</i> . Use of modern computer technology in treating and analysis of results of observations of deformation of buildings and structures	39
9. <i>A. V. Komissarov, L. K. Radchenko</i> . Geoinformation model of oil and gas pipe-line technical state monitoring	44
10. <i>Yu. V. Gavrilov, T. Ye. Yelshina</i> . Improvement of up-to-date techniques of shadow relief plotting on Adobe Photoshop maps	49
11. <i>E. L. Kasyanova</i> . Electronic maps compilation for legal advocacy organisations	52
12. <i>D. V. Lisitsky, P. Yu. Bugakov</i> . Features of prospective maps generalization	57
13. <i>Z. V. Levitskaya</i> . About creating open geoinformation portal of federal forestry agency	65
14. <i>Yu. V. Gavrilov, M. A. Nolfina</i> . Develop an analytical map using geoinformation mapping	69
15. <i>S. A. Krylov, G. I. Zagrebin, I. E. Fokin</i> . The choice and realization of the ways of the cartographic image in geographic information systems.....	73
16. <i>T. Y. Bugakova, D. A. Yakovlev</i> . Determination of technogenic objects' spatiotemporal state by means of mathematical modelling with the up-to-date software	78
17. <i>S. A. Tretyakov, A. V. Karasyuk</i> . Implementation of research work for project preparation for automated control systems	83

18. <i>V. V. Scherbakov, I. V. Scherbakov.</i> Analysis of methods of laying railway tracks in final position during reconstruction (modernization) and field operation.....	87
19. <i>I. A. Buntsev.</i> Automated control system for moving the way to project position using global navigation satellite systems	93
20. <i>A. V. Elagin.</i> Computation of geoidal rise and plumb-line deflection by Grav and hsynth_WGS84 software: results comparison	98
21. <i>V. M. Zhidov.</i> Use of the satellite geodetic equipment at track reconstruction	101
22. <i>N. K. Shendrik.</i> Accuracy evaluation and techniques of points coordinate reconstruction for Novosibirsk region base stations satellite network (in reference system SK-42).....	104
23. <i>A. P. Karpik, L. A. Lipatnikov.</i> Problems and perspectives of precise positioning using low-grade GNSS devices	113
24. <i>I. G. Ganagina, N. S. Kosarev, R. F. Temirbulatov.</i> Selection of GNSS equipment for precise positioning of moving objects.....	118
25. <i>A. S. Glazunov.</i> Modern techniques for joint determination of astronomic coordinates	123
26. <i>N. S. Kosarev, S. O. Shevchuck.</i> The problem of carrier-phase cycle slips in precise point positioning	128
27. <i>A. V. Antipov, P. M. Sekachev.</i> Features of portable mobile laser complex on the example of hardware-software system «Scanput»	135
28. <i>A. V. Antipov, P. M. Sekachev.</i> Technical features of mobile laser scanner HSC «Scanput».....	139
29. <i>V. A. Seredovich, M. A. Altyntsev, R. A. Popov.</i> The choice of mobile laser scanning data adjustment technique subject to obtained data quantity of surveyed area	142
30. <i>A. V. Ivanov, E. I. Gorokhova, L. I. Gorokhova, K. V. Murashov.</i> Creating a 3D model of the planetarium SSGA according to terrestrial laser scanning for modernization of the star hall.....	150
31. <i>V. A. Seredovich, R. A. Popov, M. A. Altyntsev.</i> Change detection in urban environments by mobile laser scanning data	156
32. <i>Ye. I. Gorokhova.</i> Terrestrial laser scanning for monitoring of tunnel deformations using Matlab.....	161
33. <i>A. G. Nevolin, T. M. Medvedskaya.</i> Classification results terrestrial laser scanning to the coefficients of the reflected signal.....	166
34. <i>V. N. Dolgonosov, P. S. Shpakov, O. V. Starostina, N. G. Besimbaev.</i> Calculation of the of the internal dump parameters of «Bogatyr» coal strip mine.....	172
35. <i>O. G. Besimbaeva, E. N. Khmyrova, A. S. Bedorev, A. O. Dauletova.</i> Research of the opportunities of 3D modeling for mine surveying support of mining works.....	178

36. <i>Z. B. Batyrshayeva, R. N. Dzhamantykhova, G. O. Issainova, A. D. Karaneyeva.</i> Modern technology to automate surveying and geodetic measurements	184
37. <i>A. A. Basargin.</i> Designing a database structure for reporting reserves and resources of solid minerals	189
38. <i>E. K. Nurzhumin, J. Z. Toleubekova, T. T. Ipalacov, R. K. Kamarov, A. R. Nurgalyuly.</i> Geological and geometric variability of surface ore deposits of mineral deposits and its study	194
39. <i>F. K. Nizametdinov, D. V. Moser, A. A. Nagibin.</i> The union of mine surveyors on stream.....	201
40. <i>A. I. Kalenitsky, E. L. Kim, V. A. Seredovich.</i> Establishment of geodynamic testing areas on oil-and-gas fields	207
41. <i>V. P. Stupin, L. A. Plastinin.</i> Principles of cartographic modeling and morphodynamical analysis of mining morphosystems	214
42. <i>V. P. Stupin.</i> Cartographic models of morphosystems in the hierarchy of thematic maps of nature	223
43. <i>V. E. Gagin, N. V. Kotelnikova.</i> Creation methods of digital maps and databases of natural and cultural heritage (for example administrative district Buryatia).....	227
44. <i>L. A. Plastinin, Hoang Duong Huan, D. G. Surenov.</i> To program the electronic topographic and thematic maps created using GIS and remote sensing	232
45. <i>B. N. Olzoev, Yu. G. Nikitina.</i> Of anthropogenic effects using multispectral space images on example Pribaikalsky national park	237
46. <i>S. F. Mazurov, D. G. Surenov.</i> Electronic maps in the management of municipal Baikal region.....	243

Научное издание

X Международные научный конгресс и выставка

ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ-2014

Международная научная конференция

**ГЕОДЕЗИЯ, ГЕОИНФОРМАТИКА,
КАРТОГРАФИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ**

Т. 2

Сборник материалов

Материалы публикуются в авторской редакции

Компьютерная верстка *Н. Ю. Леоновой*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 27.03.2014. Формат 60 × 84 1/16

Печать цифровая.

Усл. печ. л. 14,76. Тираж 100 экз. Заказ

Редакционно-издательский отдел СГГА
630108, Новосибирск, 108, ул. Плахотного, 10.

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГГА
630108, Новосибирск, 108, ул. Плахотного, 8.