

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

VIII Международные научный конгресс и выставка

ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ-2012

Международная научная конференция

**ГЕОДЕЗИЯ, ГЕОИНФОРМАТИКА,
КАРТОГРАФИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ**

Т. 2

Сборник материалов

Новосибирск
СГГА
2012

УДК 528:528.9:622.1

C26

Ответственные за выпуск:

Доктор технических наук, профессор, ректор СГГА, Новосибирск

А.П. Картик

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

Иво Милев

Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой картографии
и геоинформатики СГГА, Новосибирск

Д.В. Лисицкий

Экс-президент Международной картографической ассоциации, вице-президент
Международного общества «Цифровая Земля», доктор наук,
Чешская Республика

Милан Конечны

Генеральный директор ФГУП центр «Сибгеоинформ», Новосибирск

В.И. Обиденко

Кандидат технических наук, доцент кафедры картографии
и геоинформатики СГГА, Новосибирск

Е.В. Комиссарова

C26 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. 2. – Новосибирск :
СГГА, 2012. – 268 с.

ISBN 978-5-87693-512-0 (т. 2)

ISBN 978-5-87693-510-6

ISBN 978-5-87693-506-9

В сборнике опубликованы материалы VIII Международного научного конгресса
«Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012», 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 978-5-87693-512-0 (т. 2)

ISBN 978-5-87693-510-6

ISBN 978-5-87693-506-9

© ФГБОУ ВПО «СГГА», 2012

Сборник включен в систему РИНЦ.

СОДЕРЖАНИЕ

А.О. Ушаков. Анализ современного рынка МГИС	8
Е.С. Утробина, В.С. Писарев Разработка структуры пользовательского интерфейса инструментальной справочно-аналитической системы (ИСА ГИС)	13
Т.С. Сизикова, Е.В. Комиссарова. Тенденция развития картографического дизайна в геоинформационном обеспечении территории	19
Я.Г. Пошивайло, И.П. Каретина. Совершенствование методов создания почвенных карт населенных пунктов.....	25
В.И. Обиденко. Принципиальные подходы к разработке технологии определения метрических параметров территории Российской Федерации	30
М.А. Нольфина. Особенности проектирования разделов «Растениеводство» и «Животноводство» в областном сельскохозяйственном атласе	40
Д.Б. Новоселов, Е.А. Звягинцев. Создание и ведение цифрового дежурного плана территорий промышленных предприятий	43
И.О. Надыров. Способы анимации и их влияние на условные знаки	48
И.О. Надыров. Временные шкалы в картографической анимации.....	53
А.Ю. Матерук, Е.С. Утробина. Семантически дружественный интерфейс в инструментальной справочно-аналитической системе (ИСА ГИС)....	58
О.В. Горобцова. Основные подходы к содержанию геоинформационных образовательных программ	64
В.В. Мандругин. Психологические аспекты интерфейса в проектировании дизайна веб-ГИС	68
М.А. Малиновский, А.Л. Малиновский. Геоинформационные терминалы как часть городской инфраструктуры	72
В.М. Лазарев. Геомониторинг оползневых процессов на урбанизированных территориях с применением современных геодезических и геофизических технологий.....	77
В.М. Лазарев. Система геодезического обеспечения мониторинга оползневых процессов на территории города Томска.....	83
А.В. Коптев. Тематическое картографирование лесов по материалам дистанционного зондирования Земли (на примере Среднего Приангарья)	90
А.А. Колесников. Особенности применения эффектов анимации в пользовательских интерфейсах с позиций картографии.....	97
И.П. Кокорина. Разработка научно-методических основ создания зоогеографических карт с помощью ГИС-технологий для решения задач орнитологии.....	102
С.Ю. Кацко. От освоения пространства к формированию единого геоинформационного пространства	108
Е.Л. Касьянова, П.М. Кикин. Принципы автоматизированного построения тематических слоев	114

С.С. Дышлюк, Е.С. Утробина. Формирование и наполнение базы данных статистического учета экономических характеристик региона в инструментальной справочно-аналитической системе (ИСА ГИС)..	119
А.В. Дубровский, Я.Г. Пошивайло. Маршрутные рекреационно-туристские атласы: технология современного производства	125
Д.В. Дмитриев, Ю.Ю. Дмитриева. Применение трёхмерных эффектов для улучшенного восприятия карт	129
Т.З. Горгодзе, Т.П. Гордезиани, Г.А. Джинчарадзе, Т.У. Мамукашвили, Р.Ш. Толордава, М.Д. Шарашенидзе. Комплексное атласное геоинформационное картографирование городов (на примере г. Кутаиси) (Грузия)	134
В.Е. Гагин, Б.Н. Олзоев. ГИС-анализ состояния культурного наследия муниципального образования (на примере Хоринского района Республики Бурятия).....	146
А.Н. Бешенцев. Картографический мониторинг природопользования международного бассейна озера Байкал.....	152
Д.А. Яковлев. Текстурирование модели техногенного объекта и его привязка к системе координат в среде 3D Studio Max 2009	158
В.Е. Гагин, Н.В. Котельникова. Уровни картографирования природного и культурного наследия.....	162
В.П. Ступин. Морфодинамическое картографирование зоны влияния водохранилищ Ангарского каскада	171
Л.А. Пластинин, Б.Н. Олзоев. Система космического мониторинга за деятельностью отраслей хозяйства Иркутской области.....	177
В.В. Яхман. Оценка функциональных и потребительских свойств программного обеспечения по обработке спутниковых измерений..	185
В.В. Яхман. О математической и физической корреляции спутниковых измерений и пути ослабления ее влияния	193
Ю.В. Сурнин. Физическая и алгебраическая декомпозиция плохо обусловленных обратных задач в геодезии	198
Я. Райнер, К. Симона, Е.К. Лагутина, Т.И. Горохова. Определение параметров перехода от общеземной к государственной системе координат на территорию Новосибирской области.....	203
Н.К. Шендрик. О возможности применения системы координат ITRF для геодезического обеспечения Новосибирской области	212
И.А. Бунцев. Разработка программно-аппаратного средства автоматизированных систем управления выправкой железнодорожного пути	217
В.М. Жидов. Подготовка исходных данных для постановки железнодорожного пути в проектное положение с использованием ГЛОНАСС/GPS.....	222
А.С. Пикалов. Технология производства реконструкции и ремонтов пути абсолютными методами с применением глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) ГЛОНАСС/GPS	226

А.С. Глазунов. Модифицированная методика определения широты и долготы для электронного теодолита (тахеометра).....	233
Н.К. Шендрик. Об использовании пунктов международной геодинамической сети и системы координат ITRF для геодезического обеспечения территорий.....	238
А.В. Елагин. Вычисления нормального ускорения силы тяжести вне эллипсоида	245
С.О. Шевчук, Н.С. Косарев. Применение метода точного точечного позиционирования (PPP) для геодезического обеспечения аэроэлектроразведочных работ.....	248
К.М. Антонович, Н.С. Косарев. Использование геометрической дальности для контроля ГНСС измерений.....	254
С.О. Шевчук. Исследование метода точного точечного позиционирования для геодезического обеспечения геолого-геофизических работ	260
Э.Р. Мирмахмудов, Д.Ш. Фаилова. Вопросы использования данных спутниковых навигационных систем для построения геодезической сети Узбекистана	268

CONTENTS

A.O. Ushakov. Analysis of current municipal GIS	8
E.S. Utrobina, V.S. Pisarev. Development of user interface for the reference-analytical GIS tool.....	13
T.S. Sizikova, E.V. Komissarova. The trend of developing cartographic design for providing territories with GIS dataware	19
Ya.G. Poshivajlo, I.P. Karetina. The improvement of the methods to create soil maps of settlements	25
V.I. Obidenko. Development of the technologies for determining Russian Federation territory metric characteristics: principal approaches.....	30
M.A. Nolfina. Features of “Crop production” and “Livestock farming” sections development for the regional agricultural atlas	40
D.B. Novoselov, E.A. Zvyagintsev. Creation and conducting the digital plan of territories of the industrial enterprises	43
I.O. Nadyrov. Animation methods and their influence on cartographic symbols	48
I.O. Nadyrov. Time scales in cartographic animation.....	53
A.Yu. Materuk, E.S. Utrobina. Semantically friendly interface in the reference-analytical GIS tool.....	58
O.V. Gorobtsova. Basic approaches to GIS educational programs contents	64
V.V. Mandrugina. Psychological aspects of interface in web-GIS designing	68
M.A. Malinovsky, A.L. Malinovsky. GIS terminals as a part of a city infrastructure	72
V.M. Lazarev. Geomonitoring of landslides processes in the urbanized territories with application of modern geodetic and geophysical technologies	77
V.M. Lazarev. System of geodetic maintenance of monitoring of landslides processes in the city territory of Tomsk	83
A.V. Koptev. Thematic mapping of woods on materials of remote sounding of the Earth (on the example of average Angarski krai)	90
A.A. Kolesnikov. Features of the effects animation in user interface from the point of cartography	97
I.P. Kokorina. Scientific methodological principles of the zoogeographical maps creation with GIS-technologies for ornithology	102
S.Yu. Katsko. From the territory development to form a geo-space system	108
E.L. Kasyanova, P.M. Kikin. Principles of automated construction of thematic layers	114
S.S. Dyshlyuk, E.S. Utrobina. Creating and loading data base for statistical accounting of regional economic characteristics in the reference-analytical GIS tool	119
A.V. Dubrovsky, Ya.G. Poshivaylo. Recreation-tourist route atlases: modern production techniques	125
D.V. Dmitriyev, Yu.Yu. Dmitriyeva. 3D effects for map visualization improvement.....	129
T.Z. Gorgodze, T.P. Gordeziani, G.A. Jincharadze, T.U. Mamukashvili, R.Sh.	

Tolordava, M.D. Sharashenidze. GIS mapping of integrated urban atlas (on the example of Kutaisi) (Gorgia).....	134
V.E. Gagin, B.N. Olzoev. GIS analysis of the cultural heritage municipality (on the example of the district Horinskogo Republic of Buryatia).....	146
A.N. Beshentsev. Cartographic monitoring of nature management of international basin of the lake Baikal.....	152
D.A. Yakovlev. Texturing of technogenic object model and its tie to the coordinate system in 3D Studio Max 2009 environment	158
V.E. Gagin, N.V. Kotelnikova. Levels of mapping of objects natural and a cultural heritage.....	162
V.P. Stupin. Morphodynamic mapping of zones of influence reservoirs of the Angara cascade.....	171
L.A. Plastinin, B.N. Olzoev. System for monitoring of space activities sectors of the economy Irkutsk region.....	177
V.V. Yakhman. Assessment of functional and consumer properties of the satellite measurement processing software	185
V.V. Yakhman. Mathematical and physical correlation of satellite measurements and the ways of its effect attenuation.....	193
Yu.V. Surnin. Physical and algebraic decomposition of ill-conditioned inverse problems in geodesy.....	198
J. Reiner, K. Simone, E. Lagutina, T. Gorokhova. Determination of transformation parameters between international and state coordinate systems on the territory of the Novosibirsk region.....	203
N.K. Shendrik. ITRF application for Novosibirsk region geodetic support.....	212
I.A. Buntsev. Development of automated device of straightening of railway tracks	217
V.M. Zhidov. Preparation of the initial data for statement of the railway way to design position with use GLONASS/GPS	222
A.S. Pikalov. Production technology for reconstruction and repairs the railway by absolute methods using global navigation satellite systems(GNSS) GLONASS/GPS	226
A.S. Glazunov. Modified techniques for latitude and longitude determination by electronic theodolite (tacheometer).....	233
N.K. Shendrik. International geodynamic network and ITRF application for territories geodetic support.....	238
A.V. Yelagin. Computation of normal gravitational acceleration outside the ellipsoid	245
S.O. Shevchuck, N.S. Kosarev. Precise point positioning technique adaptation for geodetic support of aerial electro-prospecting works	248
K.M. Antonovich, N.S. Kosarev. The use of the geometrical range for GNSS measurement control	254
S.O. Shevchuck. Researching of precise point positioning technique for geodetic support of geologic and geophysics prospecting works.....	260
E.R. Mirmakhmudov, D.Sh. Fazilova. Problems of using GNSS data for the building of Uzbekistan geodetic network	268

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО РЫНКА МГИС

Александр Олегович Ушаков

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, инженер-программист, аспирант, тел. (923)117-77-63, e-mail: a-ushakov@bk.ru

Статья представляет собой анализ текущей ситуации в сфере программного обеспечения муниципальных географических информационных систем (далее - МГИС). Подробно рассматриваются некоторые МГИС, предлагается набор качеств МГИС, которые хотелось бы видеть в системе с ГИС-компонентой.

Ключевые слова: муниципальная геоинформационная система, единое геопространство, распределенная геоинформационная система.

ANALYSIS OF CURRENT MUNICIPAL GIS

Alexander O. Ushakov

A post-graduate student, a programmer, department of Engineering Surveying and GIS, SSGA, 10 Plakhotnogo st., Novosibirsk 630008, phone: (923) 117-77-63, e-mail: a-ushakov@bk.ru ru

Current situation in the field of software for municipal GIS (MGIS) is analyzed. Some municipal MGIS are considered. A number of MGIS features are offered as desirable for the system with GIS component.

Key words: municipal GIS, unified geospace, distributed GIS.

Современные оценки показывают, что от 50 до 70% данных, используемых для решения региональных и местных вопросов управления, контроля и анализа, являются географическими данными. По оценкам экспертов, использование географической информационной системы в решении сложных задач уменьшает затраты в 4–8 раз по сравнению с традиционными способами[1].

В настоящее время на российском рынке геоинформационных систем представлены программные решения более десятка западных компаний, а также нескольких российских фирм. Хотя в последнее время и наблюдается тенденция увеличения доли российских разработок, объем российского рынка ГИС пока не сравним с западным.

Перспективой развития муниципальных геоинформационных систем (МГИС) является интеграция различных вертикальных (между уровнями власти) и горизонтальных (между подразделениями одного уровня) информационных систем.

Развитие идеи горизонтальной интеграции привело к созданию так называемых распределенных геоинформационных систем (РГИС).

Распределенная геоинформационная система интегрирует информацию от всех служб города на базе цифрового топоплана. Для руководства города данная

система – это инструмент, позволяющий видеть комплексную разнородную информацию об объектах управления.

Ниже приводится краткий обзор некоторых МГИС России. По мнению автора статьи, рассмотренные МГИС являются одними из наиболее полных и эффективных. Для подготовки обзора использовалась информация из открытых источников. Представленный взгляд на МГИС — попытка оценить возможности и готовность программных продуктов решать актуальные задачи принятия решений на основе ГИС.

МГИС города Смоленска.

Технологии и средства разработки МГИС города Смоленска:

Все базы данных организованы на сервере баз данных MS SQL Server 2000 с автоматическим поддержанием уникальности объектов системы.

Цифровая электронная карта города выполнена в формате MapInfo, в местной системе координат, векторная, на основе аэрофотосъемки.

Пользователи МГИС работают на платформе Windows, доступ к атрибутивным данным по технологии «Клиент-Сервер», к картографическим – «Файл-Сервер».

Средства разработки: MS SQL Server, Delphi, MapInfo, MapBasic, MS Office Web сервер - Apache.

Разработаны следующие геоинформационные системы: МГИС «Справка», «Реклама», «Архитектура», «Благоустройство», «Открытая Геоинформационная система», ГИС «Газораспределительная сеть г.Смоленска», в основе которых лежит цифровая карта города. На основе уже имеющейся геоинформационной системы созданы МГИС «Смоленск-Благоустройство» и «Смоленск-Реклама».

В 2003 году создана МГИС «Смоленск-Архитектура», а с 2004 года на основе созданной цифровой карты города и геоинформационной системы проводится инвентаризация земельных участков и прочно связанных с ними объектов недвижимости с указанием правоустанавливающих документов и данных по их правообладателям.

В 2003 году создаётся МГИС «Открытая ГИС». Администрация города Смоленска первой среди муниципалитетов разместила в сети Интернет открытую геоинформационную систему, включая адресный план, ценовое зонирование земли по четырнадцати видам использования более чем в двух тысячах кварталов, объекты здравоохранения, образования, почты и торговли с соответствующей информацией о них.

В 2005 году создаётся МГИС «Газораспределительная сеть города Смоленска» (ГРС).

Таким образом любой желающий имеет возможность оперативно познакомиться с ценовым зонированием земли, размещением объектов наружной рекламы и ценообразованием на их установку, правилами землепользования и застройки, адресным планом, схемой транспорта [2].

Единая муниципальная геоинформационная система г. Тольятти.

Муниципальным учреждением г. Тольятти "Городской информационный центр" была разработана единая цифровая картографическая основа города

(ЕЦКО), создана и опубликована в сети Интернет электронная интерактивная карта-схема Тольятти.

В качестве программной платформы для ЕМГИС использован серверный программный продукт ArcGIS Server.

На базе ArcGIS Server в 2009 г. в Тольятти запущен сервер пространственных данных, создано картографическое Web-приложение для публикации в сети Интернет карты города, на которой размещена ведомственная информация, поступающая из муниципальных служб в рамках информационного взаимодействия.

Для Департамента здравоохранения и Департамента потребительского рынка и предпринимательства разработаны специализированные клиентские модули с возможностью редактирования объектов и создания табличных отчетов.

С целью развития ЕМГИС Тольятти принято решение о ее интеграции с автоматизированной информационной системой обеспечения градостроительной деятельности (АИС ОГД) и базами данных Департамента по управлению муниципальным имуществом и Управления земельных ресурсов.

Совершенствование ЕМГИС Тольятти даст возможность муниципальным службам пользоваться всеми городскими ведомственными и отраслевыми информационными источниками, что позволит в режиме реального времени анализировать сведения, применять их при выполнении расчетов, сравнивать ведомственные и отраслевые показатели разных периодов, формировать иллюстрированные отчеты с привязкой к карте города [3].

Муниципальная геоинформационная система города Пермь.

Система Департамента планирования и развития территории города Перми (далее, Департамент, ДПиРТ) основывается на интеграции внутримunicipальной информации и естественным образом расширяется на муниципальный уровень. Используемая платформа ArcGis.

Функциональный состав рабочих мест для работы с картографической информацией внутри ДПиРТ разбивается на две группы: сектор ведения дежурного плана, где редактируются геометрические и атрибутивные данные, и остальные управления и службы ДПиРТ, где проводится редактирование атрибутивной информации, выполняется анализ геоданных и обрабатываются запросы граждан.

Состав программных продуктов ArcGIS на рабочих местах определяется в соответствии с решаемыми задачами. Для сектора ведения дежурного плана основным пакетом является ArcEditor с развитыми средствами создания и редактирования баз геоданных.

Для доступа к картографическим данным сотрудников других управлений используются web-сервисы, предоставляемые посредством ArcGIS Server. Они работают с базой геоданных, предоставляя функции геообработки через обычные HTML вьюеры.

Основной задачей данного этапа информационного наполнения ГИС было обеспечение ИСОГД необходимой информацией. Для этого в базу данных ДПиРТ были введены материалы Генерального плана города.

Вся информация находится в актуализированном состоянии. Ее централизованное хранение позволяет избавиться от дублирования данных и использовать их в других департаментах.

Основная функция сектора ведения дежурного плана – ввод и корректировка информации дежурного плана. Прежде всего, это информация адресного реестра, земельных отводов, проектов межевания, планировок, санитарных зон. Интерфейс работы с адресным реестром един: при выборе оператором слоя открываются окна, соответствующие классу объектов редактирования.

Одним из факторов, определяющих технологию работ с картографическими материалами дежурного плана, является их ограниченная доступность. Для этого разработаны специальные средства разграничения доступа и контроля всех операций с картографическими данными на рабочем месте.

Кроме обычных офисных операций на рабочем месте, контролируемых программами SecretNet, при работе с картами возникают режимные ограничения по работе с площадью экстенгов. Так, при работе с городскими поселениями картографические материалы становятся секретными при площади более 25 кв. км. Для регламентации и контроля хода обработки картографической информации предназначен Менеджер рабочих процессов.

Вся работа с картографическими данными проходит в рамках тех процессов ДПиРТ, которые регламентируют деятельность ИСОГД. К сожалению, на сегодняшний день отсутствуют некоторые основополагающие документы по градостроительной деятельности, определяющие формы представляемой документации, что приводит к неоднозначности в формализации процесса в этой сфере деятельности. Поэтому специалистами разработан общий web-интерфейс для поиска, обработки и выдачи выходных документов, основывающихся на картографических данных. Впоследствии, при доработке форм документов и технологического процесса, он будет адаптирован на конкретные рабочие места в рамках их компетенции. Web-приложение – это тонкий клиент на основе HTML вьюера, который посылает пространственные запросы на ArcGIS сервер и принимает результаты их обработки. В приложении реализован адресный поиск и возможность поиска по произвольным атрибутам картографических слоев web-документа. Также функциональность Web-приложения включает необходимые для работы с картами функции по компоновке и печати выходных документов.

Таким образом, уже сейчас новая система способна обеспечить поддержку основных бизнес процессов Департамента, которая при необходимости может быть без серьезных затруднений расширена на муниципальный уровень [4].

Перечислим качества, которые необходимы современной муниципальной информационной системе с ГИС-компонентой. Система должна:

- Быть межведомственной;
- Включать всю необходимую информацию об объектах ресурсного потенциала города (недвижимость, инфраструктура, транспортные маршруты и т.д.);

- Обеспечивать систематизацию этой информации;
- Использовать идеологию инфраструктуры пространственных данных (ИПД), включающую обоснование состава базовых пространственных данных, наличие технологий, использование метаданных;
- Иметь возможность автономного функционирования каждого узла;
- Иметь возможность распределенного редактирования данных пользователями различных подсистем;
- Использовать различные типы СУБД (как уже используемые, так и вновь создаваемые) в различных узлах системы;
- Иметь возможность создания многоуровневой архитектуры ЕИП: персональная БД на клиентском уровне, СУБД рабочих групп на уровне подсистем и полновесная корпоративная СУБД на уровне центральной БД;
- Иметь разграничения и контроль всех операций с картографическими данными;
- Иметь возможность Web-доступа к ГИС-серверу;
- Быть широко тиражируемой;

При выборе платформы ГИС для муниципального использования важным требованием является ее функциональность, открытость структуры, соответствие следующим IT стандартам:

- Компонентная модель (COM / .NET);
- Объектно-ориентированная СУБД: Oracle, Infomix, DB2, SQL Server;
- Web стандарты: J2EE, ASP, .NET, XML/SOAP;
- Метаданные – XML (ISO);
- Платформы: Windows, Unix, SunOC, Linux.

В ходе анализа, было выявлено, что создание муниципальных ГИС ведется во многих городах России. При этом используются различные инструментальные средства, а так же используются различные критерии создания систем.

Внедрению современных информационных технологий должно придаваться первостепенное значение. Создание подобных геоинформационных систем позволит интегрировать муниципальные предприятия в единую автоматизированную среду управления, а в дальнейшем - создать ГИС на основе единого геопространства России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Замай С. С., Шайдуров В. В., Якубайлик О. Э. Муниципальные геоинформационные системы // Тезисы докладов на научно-практической конф. «Достижения науки и техники — развитию города Красноярска», 1997. — С. 13.
2. Муниципальная геоинформационная система города Смоленска [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Смоленск. – режим доступа: http://gisxml.narod.ru/mgis_otk.htm
3. Тольяттинский городской информационный центр [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Тольятти. – режим доступа: <http://www.tgic.ru/news/35/2010/5/234/>
4. Гневанов И.В. О построении муниципальных геоинформационных систем: пример города Пермь // ArcReview. – 2008 . - № 46 . – С. 22-24.

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СПРАВОЧНО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ (ИСА ГИС)

Елена Степановна Утробина

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры картографии и геоинформатики, тел. 8(383)361-06-35, e-mail: yes1976@yandex.ru

Виктор Семенович Писарев

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры инженерной геодезии и информационных систем, тел. 8(383)361-06-35, e-mail: viktor@ssga.ru

Необходимым условием оптимального функционирования ИСА ГИС является разработка собственного интерфейса, который встраивается в какую-либо из существующих ГИС и позволяет использовать все заложенные при разработке функции ИСА ГИС. Удобный пользовательский интерфейс – одно из главных условий успешной работы неподготовленного пользователя с ИСА ГИС. В статье рассмотрена методика разработки интерфейса ИСА ГИС, а также его структура предполагающая определенную последовательность вывода информации.

Ключевые слова: инструментальная справочно-аналитическая система, методика разработки интерфейса и структура ИСА ГИС.

DEVELOPMENT OF USER INTERFACE FOR THE REFERENCE-ANALYTICAL GIS TOOL

Elena S. Utrobina

Ph.D., Assoc. Prof., department of Cartography and GIS, SSGA, 10 Plakhotnogo st., Novosibirsk 630008, phone: 8 (383) 361-06-35, e-mail: yes1976@yandex.ru

Victor S. Pisarev

Ph.D. Senior lecturer, department of Engineering Surveying and GIS, phone: 8(383)361-06-35, e-mail: viktor@ssga.ru

For the reference-analytical GIS efficient functioning it is necessary to develop a special interface, integrated in some of the existing GIS. It permits using all the designed functions of the reference-analytical GIS. User friendly interface is one of the main requirements for the unskilled users working with the system. The paper describes the techniques of the reference-analytical GIS interface development and its structure, presupposed for the certain data output sequence.

Keywords: reference-analytical GIS tool, techniques for interface development, structure of reference-analytical GIS.

Исследование выполнено при финансовой поддержке ФУП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» 2009-2013 годы (ГК № 02.740.110735).

Инструментальная справочно-аналитическая ГИС (ИСА ГИС) – это специализированная ГИС, предназначенная для выполнения справочных, картографических и аналитических функций, дополненная программно-технологическими средствами настройки системы и управления процессом обработки под задачи конечного пользователя, не имеющего специальной подготовки в области ГИС.

ИСА ГИС располагается удаленно на сервере, на нем происходит обработка поступающих запросов от пользователей и выдача результата в требуемом виде.

Пользовательское общение и работа с ИСА ГИС осуществляется через веб-браузер. Основным программным модулем, на базе которого происходит создание, и функционирование ИСА ГИС является интерактивная программная оболочка (ГИС - оболочка). Она является связующим звеном между пользователем и профессиональной геоинформационной системой и позволяет пользователю осуществлять действия по управлению ресурсами компьютера посредством разработанного более удобного и понятного интерфейса. Поскольку от удачно разработанного интерфейса, макета компоновки страниц, списка карт, содержания и структуры будет зависеть не только внешний вид системы, но и эффективность, простота и удобство использования.

В связи с этим необходимым условием оптимального функционирования ИСА ГИС является разработка собственного интерфейса, который встраивается в какую-либо из существующих ГИС и позволяет использовать все заложенные функции ИСА ГИС. Удобный пользовательский интерфейс – одно из главных условий успешной работы неподготовленного пользователя с ИСА ГИС.

В процессе работы над интерфейсом ИСА ГИС была предложена следующая последовательность его разработки.

На первом этапе необходимо *сформировать требования к разработке будущего интерфейса*, с целью определения необходимых для системы команд меню, диалоговых окон, количества операционных кнопок и установления взаимосвязей между командами, поисковой системой и т.д. Они складываются из общих требований, предъявляемых к современным системам, формируемым в результате их обобщения, а также из специфичных относящихся к разработке ИСА ГИС. Поскольку интерфейс необходимо ориентировать на потребителя без специальной подготовки, т.е. пользователя который имеет представление об информационных технологиях, но при этом не имеет опыта работы с пространственной информацией, цифровыми картами, пространственными базами данных и ГИС, то интерфейс ИСА ГИС должен быть: гибко настраиваемый с возможностями усовершенствования, установления прямых и обратных связей и подключения дополнительной информации; максимально простой и интуитивно понятный с минимальным количеством операционных кнопок; должен легко восприниматься пользователем и быть удобным в работе; в стартовом меню должна быть заложена пошаговая инструкция, с возможными вариантами действий пользователя, которые предлагаются в виде дополнительных команд подменю, диалоговых окон и

вкладок; название пунктов меню и команд должно отражать результат данной операции, т.е. представлять так называемое «меню результатов».

На следующем этапе следует *сформировать полный перечень типовых задач выполняемых пользователем* с целью создания операционных команд меню и установления возможных взаимосвязей между командами и поисковой системой и сервером.

Далее *выполняется структурирование функций ИСА ГИС* с целью упорядочивания большого многообразия операций, вариантов действий пользователя при работе с ИСА ГИС и разработки названия команд рабочего меню. При этом основные операции в ИСА ГИС подразделяются на группы, подгруппы, название которых отображает решаемую задачу (команду меню) и обобщает сущность входящей в эту группу задачи. Внутри себя эти команды могут содержать более узкие задачи с одноименными командами меню.

Затем необходимо *разработать структуру интерфейса ИСА ГИС* и установить: иерархическую соподчиненность размещения команд меню; варианты их взаимодействия, взаимосвязи, с целью упорядочивания команд и последовательности вывода информации для формирования пошаговой инструкции к работе. Структура интерфейса должна предусматривать возможные варианты действий пользователя, направленные на решение необходимой задачи и включает разработку: команд меню; подменю; диалоговых окон.

Далее следует *сформировать взаимосвязи команд* в системе, в соответствии со встроенным поисковым модулем ИСА ГИС для оптимизации поиска и вывода информации об объектах и явлениях.

При разработке нового продукта, каким является ИСА ГИС необходимо *составить руководство для пользователя*, представляющего собой справочный документ являющийся инструкцией.

На заключительном этапе необходимо выполнить *формализацию операций для программирования* для каждой разработанной функции интерфейса ИСА ГИС, с целью ее интеграции в какую-либо из существующих ГИС [1].

В этой статье мы более подробно остановимся на разработке структуры пользовательского интерфейса ИСА ГИС, которая предусматривает определенную последовательность вывода информации.

Встраиваемое меню ИСА ГИС во главе содержит три основные команды это: *Карта, Анализ, Поиск*. Причем для простоты работы на первом этапе может быть активна, только команда *Карта*, включающая в себя пошагово раскрывающееся меню, предназначенное для создания или открытия уже имеющейся на сервере карты. Активация команды меню *Карта* открывает диалоговое окно *Выбор картографической основы*, которое уже в заголовке своего названия содержит одновременно и команду – рекомендацию для пользователя и предлагаемые варианты выбора этой картографической основы, с заранее разработанной наилучшей проекцией и масштабом, на которую будет локализована необходимая в дальнейшем пользователю информация. Для более подготовленных пользователей предусматривается команда *Настройка*, с помощью которой операции по изменению проекции и более точной настройки

масштаба можно успешно выполнить. После выбора пользователем одного из вариантов, автоматически активизируется следующее диалоговое окно *Выбор информационного блока* содержащее следующие варианты для выбора это: *Социально-экономический блок; Блок природа и Блок экологическая обстановка*. На следующем этапе пользователю предлагается диалог *Выбор темы карты*, в котором содержится перечень всех возможных тематических групп карт выбранного информационного блока, например: *Население, Транспорт, Связь* и т.д. Далее активизируется перечень всех возможных *типов карт* по выбранной теме, например: *Плотность населения, Структура национального состава, Динамика рождаемости/смертности населения* и т.д. В результате выполнения выбора этого диалога ИСА ГИС позволяет построить заданную тематическую карту с легендой (список доступных тематических карт может изменяться в зависимости от группы пользователей, на которую будет ориентирована используемая версия программы).

Вместе с этим вступает в действие диалог *Выбор способа представления карты*, предлагающий следующие варианты: *Сохранить как пользовательскую карту; Разместить в Интернет; Печатать* (предполагает автоматическую компоновку страницы печати, на которой карта размещается в центре листа, сверху ее название и масштаб, на свободном месте легенда).

На этом этапе происходит активизация команд меню *Анализ* и *Поиск*. Это означает, что теперь по созданной или открытой карте можно выполнять геопространственное моделирование. С помощью команды *Поиск* можно осуществлять поиск имеющейся информации об объектах на карте как мультимедийной, так метрической и семантической. Поиск может быть реализован в рамках *Свободного (самостоятельного) поиска*, например по ключевому слову, так и *Организованного поиска* в определенной программой последовательности, когда предлагаются, возможные варианты выбора действий при которых осуществляется постепенный отбор деталей, сужающий область поиска [1].

Команда меню *Анализ* включает в себя встроенный набор известных операций геоинформационного моделирования. В ИСА ГИС эти задачи делятся на основные группы ГИС-анализа, которые входят в перечень раскрывающегося списка это: *Измерения, Вычисления, Запросы, Построения, Сетевой анализ*. Каждый пункт скрывает в себе дополнительный перечень типовых решаемых задач. При этом для работы следует выбрать необходимую задачу, а активизирующиеся при этом всплывающие диалоговые окна – подсказки позволят пользователю правильно выполнить необходимую операцию.

Группа команд *Измерения* позволяет выполнять вычисление картометрических характеристик по цифровым данным таких как: *измерение длины, ширины, площади, периметра, координат* (центров, отдельных точек) как географических, так и геодезических.

С помощью группы команд *Вычисления* можно работать с атрибутивными (табличными) данными хранящимися в базе ИСА ГИС доступ которым отрывается в виде диалогового окна *Выбор таблицы* с перечнем имеющихся в базе ИСА ГИС таблиц. Вариантами выполняемых задач являются:

Статистические вычисления, отображающие число выбранных записей, сумму и среднее значение всех выбранных числовых полей, а также *Статистика колонки*, отображающая результаты статистических вычислений в выбранной колонке.

Группа команд *Запросы* включает в себя еще три подгруппы команд это: *Простые выборки*; *Графические запросы*, *Вычисляемые запросы* которые можно выполнить на базе языка SQL. Здесь предусмотрена возможность работы как с графической информацией на карте (по умолчанию) так и с атрибутивной (табличной) – хранящейся в базе данных, для более подготовленных пользователей, которая может быть активизирована дополнительной командой *Таблица*.

Простые выборки предусматривают организацию таких задач как: *Выбор всех объектов*, *Выбор в области* (с подразделением: *Свободно заданная область*, *Прямоугольник*, *Эллипс*, *Круг*, *Многоугольник*).

Вычисляемые запросы позволяют сделать выбор согласно заданному условию из представленных перечнем возможных вариантов для ИСА ГИС. Здесь перечень задач достаточно широк, поэтому они также группируются в логические подгруппы это: *Сортировка*, *Вычисления*, *Поиск по координатам и т.д.* Для более подготовленных пользователей предусматривается также возможность самостоятельно построить выражение запроса в открывшемся диалоге используя предусмотренную для этого команду *Составить условие*, по всем правилам построения запроса на базе языка SQL.

Группа команд *Построения* включает в себя широко известные графические операции такие как: *Оверлей* (вызывающий диалог *Управление слоями*, и позволяющий настроить такие параметры как: видимость, доступность, изменяемость, подписываемость, порядок отображения, параметры оформления и т.д.); *Построение графиков и диаграмм*; *Классификация*; *Построение буферных зон*; *Проектирование маршрута*; *Геокодирование* (координатное, адресное, по областям, привязка к линейным объектам); *Построение 3D моделей*; *Дешифрирование космических снимков*.

Группа команд *Редактирования* содержит инструменты редактирования для опытного пользователя: *Нахождение пересечений*; *Деление части* (внешней, внутренней, разделение объекта); *Совмещение узлов*; *Генерализация*, *Коррекция топологии*, *Преобразование объекта*, *Сохранение в пользовательском слое*.

Таким образом, благодаря правильно разработанному пользовательскому интерфейсу и формализации типовых пользовательских задач разрабатываемая ИСА ГИС становится универсальным и одновременно простым программным средством, позволяющим создавать новые пользовательские карты и выполнять геопространственное моделирование.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лисицкий, Д.В. Проектирование интерфейса мультимедийного блока инструментальной справочно-аналитической ГИС [Текст]/ Д.В. Лисицкий, Е.С. Утробина, А.А. Колесников, Е.В. Комиссарова // ГЕО-Сибирь – 2011: сб. материалов VII Междунар. науч. конгр., Новосибирск, 19-29 апр. 2011г. – Новосибирск: СГГА, 2011.– Т.1, ч.1. – С. 205-209.

© *Е.С. Утробина, В.С. Писарев, 2012*

ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ДИЗАЙНА В ГЕОИНФОРМАЦИОННОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ТЕРРИТОРИИ

Татьяна Сергеевна Сизикова

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, аспирант кафедры картографии и геоинформатики, тел. 8(383)361-06-35, e-mail: hakkert@mail.ru

Елена Владимировна Комиссарова

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

В статье представлены результаты исследования исторических и современных этапов развития дизайна в картографии. В силу своего стремительного развития современное общество и новые информационные технологии, прогрессирующее программное и аппаратное обеспечение стимулирует проведение исследований и разработок научно-методических основ в области оформления картографического материала, а также расширяют возможности компьютерного проектирования и воплощения дизайна при создании картографических произведений, делая его возможности практически безграничными.

Ключевые слова: развития дизайна в картографии, новые информационные технологии, программное и аппаратное обеспечение.

THE TREND OF DEVELOPING CARTOGRAPHIC DESIGN FOR PROVIDING TERRITORIES WITH GIS DATAWARE

Tatyana S. Sizikova

Post-graduate students, department of Cartography and GIS, SSGA, 10 Plakhotnogo st., Novosibirsk 630008, phone: 8 (383) 361-06-35, e-mail: hakkert@mail.ru

Elena V. Komissarova

Ph.D., Assoc.Prof., department of Cartography and GIS, SSGA, 10 Plakhotnogo st., Novosibirsk 630008, phone: 8 (383) 361-06-35, e-mail: komissarova_e@mail.ru

The results of the research in historical and modern stages of cartographic design development are considered. Due to the society impetuous development and onrush of information technologies the state-of-the art software and hardware stimulate investigations and development of the methodological basis for cartographic materials, enhancing the opportunities of computer-aided designing and implementation of a cartographic design with nearly unlimited capability.

Key words: development of cartographic design, new information technologies, software and hardware.

Сегодня интерес к дизайну в картографии проявляется больше, чем ранее (с появлением компьютерной графики). В силу своего стремительного развития современное общество и новые информационные технологии,

прогрессирующее программное и аппаратное обеспечение стимулирует проведение исследований и разработок научно-методических основ в области картографического дизайна.

В конце XX века в литературе по картографии появился термин «*картографический дизайн*», который обозначает «формирование (конструирование) эстетического облика карты, атласа, любого другого картографического произведения в соответствии с его функциональным назначением, тематикой, современными художественными принципами и техническими возможностями» [1]. Фактически, дизайн картографических произведений, как художественное конструирование, появился гораздо раньше, на заре цивилизации, когда появились первые картографические изображения. Как величайшее творение человеческой мысли, картографическое изображение прошло свой длинный и сложный путь развития, от примитивных рисунков первобытных людей до очень сложного, порой художественного, картинного изображения и цифровой модели реального мира.

Изучив историю развития дизайна в картографии в разные эпохи, попытаемся теперь со своей стороны провести анализ тенденции развития картографического дизайна (как формы представления информации), сопоставляя его с эволюцией содержания общегеографических карт. Первые картографические произведения начиная с древнейших времен по содержанию были общегеографическими, так как тематическое картографирование зародилось только в XVIII веке.

Дизайн картографических произведений историчен, он развивается и меняется под влиянием различных стилей и эпох. Выделим основные, характерные особенности развития дизайна в картографии по эпохам.

С появлением первых картографических изображений появился и дизайн. Форма передачи информации и оформления их были примитивными, являлись сугубо практическими и отображали только те объекты, которые были необходимы, из-за отсутствия большого объема географической картографической информации.

В период расцвета средневековой картографии формы передачи информации, отличались богатством и великолепием своего декоративного дизайна, из-за скромного географического содержания. В художественном оформлении картографических произведений того периода проявлялась личность мастера, но всегда отражался господствующий стиль эпохи, поэтому картографические произведения эпохи Возрождения принадлежали одновременно и к картографии, и к искусству. В разные периоды развития искусства и картографии менялась и роль дизайна.

В период Великих географических открытий XV-XVII вв., наряду со стремлением к украшению, появилась и тенденция к значительному увеличению содержания картографического изображения, удовлетворению интересов расширяющихся сфер использования картографических произведений, а также к тиражированию. Поэтому интерес к декоративному оформлению резко снизился. Большинство картографических произведений этого периода свидетельствуют о чисто техническом подходе к их разработке и

о пренебрежении эстетической стороной дела, о недооценке значения формы для передачи и восприятия содержания [2].

К. А. Салищев в это время утверждал, что картограф не может быть безразличным к мастерству графики, но все же на вопрос о принадлежности картографии к искусству дает определенно отрицательный ответ.

С начала прошлого века и до наших дней, содержание мелкомасштабных общегеографических карт меняется, но не столь существенно, как ранее.

Во второй половине XX века с появлением новой техники и компьютерных технологий в картографии стремительно развивается научно-технический прогресс, который подчиняется общей тенденции, по мнению Берлянта А.М.: «больше, быстрее, нагляднее» [3].

Таким образом, на смену декоративным формам отображения информации пришли другие формы, то есть технические условные знаки, цензы, нормы и утвердился определенный шаблон в оформлении общегеографических карт. Картографическое изображение становится все точнее, внедряются более современные и надежные методы съемок, происходит специализация отраслей науки, все больше отделяя карту от искусства. В результате декоративные формы отображения содержания на картографических произведениях исчезают и к началу XX века произведения мировой картографии приняли по форме отображения современный вид научно-справочных изданий [4].

С 60-х годов XX века начинается новый этап эволюционного развития цивилизации – информационный взрыв общества, в котором появляется новая информация, открытия и знания умножаются в едином информационном пространстве. Происходит увеличение роли информационных технологий в жизни общества; нарастает информатизация общества с использованием сети Интернет, обеспечивающей эффективное информационное взаимодействие людей и их доступ к мировым информационным ресурсам. Человечество переживает стадию информационной революции: общественная потребность в средствах передачи и отображения информации вызывает к жизни новые технологии. В обществе начинается процесс компьютеризации – широкого применения компьютерной техники, затронувший все сферы человеческой деятельности. В конце 80-х гг. развитие технических и программных средств привело к появлению в России понятий «мультимедиа», «мультимедиа-технология», «мультимедиа-произведения». Еще 10 лет назад с этими понятиями могли быть связаны только примитивные попиксельные анимации, простейший синтезированный звук, видеофрагменты очень низкого качества, при этом все было, как правило, не связано между собой, не представляло единый продукт. В наши дни это понятие преобразуется в единые концептуальные проекты, объединяющие все варианты мультимедийных информационных технологий, помогающих отобразить практически все стороны реального мира. Сейчас это бурно развивающаяся информационная технология, проникающая во все сферы человеческой деятельности, в том числе и картографию. Именно мультимедийные средства расширили объем воспринимаемой картографической информации, включающий новые формы: видео, звук, анимация, 3D модели и ссылки к Интернет и другим ресурсам.

В нашей стране появились следующие мультимедиа-продукты:

- Мультимедийные картографические произведения (атласы, энциклопедии);
- Справочно-картографические ГИС, включающие в себя цифровые векторные карты с базами данных и дополнительный мультимедийный справочный материал в сочетании с поисковыми средствами;
- Картографические информационно-обучающие системы, включающие в себя цифровые векторные карты с базами данных и дополнительный мультимедийный справочный материал в сочетании с поисковыми средствами [5].

Появление в последнее время таких мультимедийных продуктов, как «История Государства Российского», «Мультимедийный атлас мира», «Интерактивный атлас Древнего мира» «Мультимедийный атлас Солнечной системы», мультимедийные и электронные атласы регионов РФ и т.д. является свидетельством возрастающего интереса современного общества к визуальному отображению окружающего нас мира через современные средства мультимедиа.

На данном этапе развития в картографии происходит своеобразный очередной виток возврата к художественному оформлению картографических произведений. В силу своего стремительного развития современное общество и новая компьютерная техника стимулируют необходимость переосмысления традиционного оформления картографических произведений и разработок научно-методических основ в области картографического дизайна, связанных в первую очередь с новейшими разработками в программном обеспечении и мультимедиа технологиях. Эти тенденции в первую очередь затрагивают картографические произведения для широкого круга пользователей, как в печатном виде, так и в электронном. Современные средства дизайна позволяют улучшить картографические произведения с точки зрения их восприятия пользователями. Говоря о картографических произведениях для специалистов, нельзя совсем сбрасывать со счетов понятие дизайна, поскольку им так же необходимы удобство работы, простое восприятие, понимание на интуитивном уровне картографической информации. Но поскольку областей применения специализированных картографических произведений очень много и требования к ним могут существенно разниться, то в статье мы будем описывать принципы дизайна картографических произведений различных по назначению для широкого круга пользователей.

На современном этапе от картографической продукции требуется не только повышение качества изображения, но и максимум наглядности и информативности. Эту задачу может решить компьютерное моделирование дизайна картографических произведений при помощи геоинформационных методов и современных компьютерных технологий, а так же сети Интернет, что делает безграничными возможности дизайна. На данном этапе традиционные картографические произведения могут быть дополнены различными видами анимации, виртуальной реальностью, интерактивностью. А также могут быть усовершенствованы способы отображения тематической информации при

помощи графических редакторов и других современных программных средств, позволяющих обеспечивать художественное оформление картографических произведений для повышения интереса развивающегося общества к картографическим продуктам, для улучшения восприятия большого количества отображаемой информации и для повышения эстетического уровня.

Сегодня картографический дизайн - это комплексная проектно-художественная деятельность, интегрирующая традиционные и современные теоретические и технические знания, инженерное и художественное мышление. Особая важность для картографического дизайна - это использование наряду с инженерно-техническими и естественнонаучными знаниями средств гуманитарных дисциплин - психологии, семиотики, культурологии и др. Все эти знания объединяются в процессе проектно-художественного моделирования картографического произведения, опирающегося на образное, художественное мышление. Ориентированный на широкие слои потребителей, дизайн позволяет проектировать картографическое произведение максимально эффективно используя рабочую область экрана, рационально организуя при этом расположение главных и второстепенных элементов.

Современный дизайн, как специализированных картографических произведений, так и произведений для широкого круга пользователей, имеет свои специфические особенности, которые необходимо учитывать. Оценивать дизайн современных картографических произведений необходимо по другим критериям, нежели традиционные печатные издания, так как огромное влияние на восприятие в данном случае оказывают параметры монитора пользователя, которые влияют на размер отображаемых шрифтов, на цветовую передачу, на яркость и насыщенность.

Таким образом, с появлением мультимедийных средств, в картографическом изображении изменилась содержательная сущность, условные обозначения, способы отображения, возможность использования картографической информации, информативность и особенность восприятия пользователями содержания карты [5-6].

Перед картографами стоит очень важная задача по решению новых вопросов, связанных с оформлением современных картографических произведений, с разработками научно-методических основ в области картографического дизайна, основанных на новейших технических и программных средствах, мультимедийных технологиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов [Текст]/ под ред. А.М. Берлянта и А.В. Кошкарёва.-М.: ГИС-Ассоциация, 1999. - 204 с.
2. Баранов Ю.Б., Берлянт А.М., Капралов Е.Г. и др. Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов [Текст]/ - М.: ГИС-Ассоциация, 1999.-204с.
3. Берлянт, А.М. Картографический словарь [Текст]/ В.М. Берлянт. – М.:Научный мир, 2005. – 424 с.

4. Комиссарова, Е.В. Исследование и разработка дизайна мультимедийных учебных карт и атласов (на примере географического атласа для средней школы) [Текст]: диссертация на соискание ученой степени к.т.н./ Е.В. Комиссарова – Новосибирск: СГГА, 2003. – 175с.

5. Лисицкий, Д.В. Сущность мультимедийной картографии [Текст]/ Д.В. Лисицкий, Е.В. Комиссарова, Е.С. Утробина, А.А. Колесников, Т.С. Сизикова// ГЕО-Сибирь – 2011: сб. материалов VII Междунар. науч. конгр., Новосибирск, 19-29 апр. 2011г. – Новосибирск: СГГА, 2011.– Т.1, ч.1. – С. 31-36.

6. Основы геоинформатики [Текст] в 2 кн.: учеб. Пособие для студ. вузов /Е.Г.Капралов, А.В. Кошкарёв, В.С. Тикунов и др.; под ред. В.С. Тикунова. – М.: Академия, 2004. – 352с.

© Т.С. Сизикова, Е.В. Комиссарова, 2012

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ СОЗДАНИЯ ПОЧВЕННЫХ КАРТ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Ярослава Георгиевна Пошивайло

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

Инна Петровна Каретина

Научно-производственный центр «Грид», Казахстан, 070004, г. Усть-Каменогорск, ул. Казахстан, 27, офис 101, заместитель директора по вопросам науки и перспективного развития, аспирант кафедры картографии и геоинформатики СГГА, тел. (7232) 21-61-32, e-mail: npc_grid@mail.ru

В статье рассматриваются возможности и предпосылки моделирования цифровой почвенной карты-реконструкции населенных пунктов. Предлагается технология воссоздания почвенной карты городских территорий.

Ключевые слова: почвенное картографирование, почвенная карта, цифровая модель, реконструкция.

THE IMPROVEMENT OF THE METHODS TO CREATE SOIL MAPS OF SETTLEMENTS

Yaroslava G. Poshivajlo

Siberian State Academy of Geodesy, Russia, 630108, Novosibirsk, Plahotnogo st., 10, Candidate of Technical Sciences, assistant professor, department of cartography and geoinformatics, phone: (383) 361-06-35, e-mail: yaroslava_po@mail.ru

Inna P. Karetina

Research and production center «Grid», Kazakhstan, 070004, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan st., 27, office 101, scientific and development director, post graduate student, department of cartography and geoinformatics SSGA, phone: (7232) 21-61-32, e-mail: npc_grid@mail.ru

The opportunities and conditions of modeling the digital soil map-reconstruction of settlements are considered. The authors propose methods for reconstruction of soil maps for city territories.

Key word: soil mapping, soil map, digital model, reconstruction.

Картография почв – наука о почвенных картах, методах их создания, их содержании, оформлении и использовании. При картографировании почв выполняется совокупность вполне определенных действий, которые можно выстроить в следующей последовательности:

- Съёмка на местности;
- Иерархизация информации с группировкой почв-образов в классы (в статистическом смысле термина) и разработка легенды к ним;

- Отображение границ между различными картографическими единицами;
- Графическое уменьшение карты до масштаба публикации;
- Редактирование примечаний [1].

Почвенная съемка всегда являлась наиболее информативным и целенаправленным методом при характеристике почвенного покрова, состава слагающих его компонентов, свойств и перспектив использования. В практике почвенно-картографических исследований существует несколько видов почвенной съемки, из которых каждая имеет свое целевое назначение и свои методы исследования [2].

Обычно полевые обследования и картографирование почв складываются из общего маршрутного знакомства с территорией, полевого изучения почв, заложения и описания почвенных разрезов, взятия почвенных образцов для последующих исследований, выделения почвенных контуров, сбора сведений об использовании почв, оформления полевой почвенной карты [3].

Таким образом, главным методом диагностирования почв в полевых условиях является почвенно-профильный метод. Закладывая почвенные разрезы на определенную глубину, мы получаем представление о принадлежности данного почвенного индивидуума к определенной классификационной единице [2].

Переход к цифровым методам и электронным картам позволил автоматизировать последующие этапы почвенного картографирования, а развитие почвенных информационных систем третьего поколения – сетевых – связанных с использованием связки реляционных баз данных, ГИС-методов и возможностей глобальной сети Интернет – создать региональные цифровые модели почв. Так, были разработаны международная SOTER, европейская EUROPEAN SOIL DATABASE, австралийская ASRIS, канадская CANSYS, – цифровые модели почв. Связанные с моделями климатических изменений и изменений поверхности Земли, они позволяют почвоведом моделировать почвы и почвенные процессы, принимать оперативные решения об изменении систем землепользования, контролировать и предсказывать результаты воздействия человека на окружающую среду. [4].

В России работы, посвященные вопросам стандартизации, кодирования показателей свойств почв, направленные на разработку унифицированной почвенной терминологии, связаны с именами Рожкова, Корнблюма, Михайлова. Многие работы Столбового посвящены вопросам создания почвенно-географических баз данных, в том числе международного уровня. В Почвенном институте им. В.В. Докучаева под руководством В.А. Рожкова были созданы первые почвенные информационные системы – АИПС “Подзол”; “Арапат”; “АИС Мерон” [5].

Почвенно-информационная ГИС «Почвы России», создаваемая в лаборатории почвенной информатики Почвенного института им. В.В. Докучаева, содержит серию цифровых карт, находящихся широкое применение в тематической картографии [6].

Специфика цифрового почвенного картографирования заключается в использовании возможностей современных технологий для пространственного количественного анализа почвенного покрова на разных этапах исследования: при сборе первичной информации (GPS, полевые сканеры); цифровые модели рельефа, материалы ДЗЗ – как источники цифровой информации о факторах среды; ГИС, геостатистика, математические и статистические модели – для унифицированного хранения информации и обработки данных [7].

Почва как объект моделирования, характеризуется следующими особенностями: высокая сложность и иерархичность строения, незамкнутость, полифакторность внешней среды, целостность, динамичность, нестационарность, инерционность, нелинейность [8].

Для описания почв используются различные наборы данных, которые могут быть применены для создания качественных, количественных, одномерных линейных, плоских двумерных, объемных трехмерных и временных цифровых моделей почв [4].

Очень часто модели строят с целью прогнозирования последствий тех или иных антропогенных воздействий на изучаемые системы. Поскольку такие системы как почва обладают случайными входами (например, погода) которые не всегда могут быть предсказаны, в почвоведении целесообразно строить модели не столько для получения точных детальных прогнозов, сколько для нахождения оценок, позволяющих видеть допустимые границы антропогенных воздействий, и определения тенденций развития почвообразовательного процесса [8].

Изменяя параметры в уравнениях, фиксирующих внутренние связи в системе, а также ее граничные условия (внешнее воздействие), в ходе численных экспериментов с моделью удастся получить данные о роли того или иного фактора в функционировании системы и осуществить прогноз или реконструкцию ее поведения. В подавляющем большинстве работ по моделированию динамики свойств почвы используется именно такой подход с конечным результатом в виде конкретных зависимостей исследуемых свойств от переменных времени и пространства [9].

По степени антропогенной измененности выделяют ряд почв: неизмененные, почвы вырубков, пастбищ, пахотные, придорожные, почвы древних поселений, сельских поселений, промышленных территорий и городов. Антропогенные процессы в почвах этого ряда обусловлены характером и длительностью воздействия, а также условиями географической среды.

Почвы и культурный слой городов, особенно древних, являются примером почвенных систем, наиболее трансформированных антропогенными воздействиями. Основные отличия городских почв от природных обусловлены интенсивным накоплением антропогенных отложений (культурного слоя) особого состава и строения.

В профиле городских почв подробно записана история развития ландшафтов, а также история хозяйственного освоения территории и взаимодействия человека и природной среды. С помощью методов почвоведения и палеогеографии эта история может быть реконструирована. Для

изучения городских почв предлагается особый археолого-геолого-почвенный подход [10].

Естественный почвенный покров на большей части городов уничтожен или кардинально изменен и полученная традиционным путем почвенная карта населенного пункта будет отражать современное состояние почвенного покрова, т.е. преобразованную и трансформированную верхнюю часть культурного слоя.

Ретроспективные почвенные карты на территорию населенных пунктов, таким образом, будут относиться к разряду разновременных карт, а именно к картам-реконструкциям прошлых этапов в развитии природы.



Рис. 1. Концептуальная схема общей цифровой технологии воссоздания почвенной карты земель населенных пунктов

По картам, позволяющим провести реконструкцию прошлой географической обстановки, прослеживают изменение облика палеоматериков и океанов, состояние земельных угодий, эволюцию ландшафтов, почвенного и растительного покровов и т.п. Разновременные картографические реконструкции не только восстанавливают прошлое, но и дают возможность составлять прогнозы на развитие в будущем [11].

Обобщенная схема разработанной цифровой технологии воссоздания почвенной карты земель населенных пунктов представлена на рисунке 1. [12].

Технология позволяет визуализировать результаты комплексного пространственного анализа в виде тематической почвенной карты, не используя методы почвенной съемки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лозе Ж., Матье К. Толковый словарь по почвоведению: Пер. с франц. — М., Мир, 1998. — С.138 – 139
2. Евдокимова Т.И. Почвенная съемка: Учеб. пособие. — М.: Изд-во МГУ, 1987. — С.35-44
3. Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользований. — М.: Колос, 1973. — С.8-9
4. Иванов А.В., Сафрошкин В.Ю., Рыбальский Н.Н. Сетевые почвенные информационные системы и цифровые модели почв // Материалы всероссийской суперкомпьютерной конференции «Научный сервис в сети Интернет: решение больших задач», 2008. — С.448 – 450
5. Колесникова В.М., Алябина И.О., Воробьева Л.А., Молчанов Э.Н., Шоба С.А., Рожков В.А. Почвенная атрибутивная база данных России // Почвоведение, 2010, № 8. — С. 899 – 908
6. Рухович Д.И., Вагнер В.Б., Вильчевская Е.В., Калинина Н.В., Королева П.В. Проблемы использования цифровых тематических карт на территорию СССР при создании ГИС «Почвы России» // Почвоведение, 2011, № 9 — С.1043 – 1055
7. Сорокина Н.П., Козлов Д.Н. Опыт цифрового картографирования структуры почвенного покрова // Почвоведение, 2009, № 2, - С. 198-210
8. Рыжова И.М. Математическое моделирование почвенных процессов — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. — С. 4, 12, 15, 25
9. Моделирование динамики органического вещества почв / А.В. Смагин, Н.Б. Садовникова, М.В. Смагина и др. — М.: Изд-во МГУ, 2001. — С. 11
10. Александровский А.Л. Эволюция почв и географическая среда / А.Л. Александровский, Е.И. Александровская : Ин-т географии РАН. — М.: Наука, 2005. — С.142
11. Ивлев А.М., Дербенцева А.М., Ознобихин В.И., Крупская Л.Т., Саксин Б.Г. Почвенно-экологическое картографирование. Учебное пособие. Владивосток: Изд-во Дальневосточного ун-та, 2004. — С. 29
12. Максимов В.А., Пошивайло Я.Г., Каретина И.П. Технология ретроспективного картографирования почвенного покрова земель населенных пунктов // Материалы Международной конференции «ИнтерКарто/ИнтерГИС 17. Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт», Белокуриха, Денпасар, 14-19 декабря, 2011. — С. 272-276

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Владимир Иванович Обиденко

Федеральное государственное унитарное предприятие, основанное на праве хозяйственного ведения «Сибирский научно-исследовательский и производственный центр геоинформации и прикладной геодезии» (ФГУП центр «Сибгеоинформ»), 630091, г. Новосибирск, Красный проспект, 80, генеральный директор, тел. 8-383-217-36-74, e-mail: info@sibgi.ru, <http://www.sibgi.ru>

В статье рассмотрены исторические аспекты картометрических работ по измерению размеров территории России, отмечены недостатки ранее применявшихся для этих работ технологических методов, предложены новые принципиальные подходы и технологическая схема выполнения данных работ, основанная на использовании геоинформационных технологий и геопространственной модели территории.

Ключевые слова: геоинформационные системы, геоинформационные технологии, геоинформационное пространство, определение метрических параметров территорий, картометрия, картометрический метод, картометрические измерения, вычисление, граница.

DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGIES FOR DETERMINING RUSSIAN FEDERATION TERRITORY METRIC CHARACTERISTICS: PRINCIPAL APPROACHES

Vladimir I. Obidenko

General director, Federal state unitary enterprise "Siberian Research and Production Centre of GIS and Applied Geodesy" ("Sibgeoinform" centre), 80 Krasny prospect, Novosibirsk 630091, phone: 8-383- 217-36-74, e-mail: info@sibgi.ru, <http://www.sibgi.ru>.

Historical aspects of cartometric works on determining the size of Russian territory are considered. The drawbacks of the techniques, previously applied for these works, are mentioned. The new principled approaches and the technological scheme for these works implementation are given. The scheme is based on GIS technologies and geospatial model of the territory.

Key words: GIS, GIS technologies, GIS environment, determination of the territory metric characteristics, cartometry, cartometric techniques, cartometric measurements, calculation, boundary.

Метрические параметры территории Российской Федерации (площадь, длина сухопутных и морских границ, площадь материковой и островной части и т.д.) являются одними из ключевых характеристик, идентифицирующих нашу страну в качестве независимого государства, и рассматриваются наряду с прочими атрибутами государственности (герб, флаг, гимн) в качестве символов суверенитета. Кроме того, использование при планировании экономической деятельности государства, в статистических исследованиях, при публикации в официальных источниках точных количественных характеристик размеров территории РФ и ее субъектов, является также крайне необходимым.

Проблема определения размеров таких больших объектов на Земле, как государство, человечеством всегда решалась через построение некоей модели, которая бы с возможной на данный момент времени степенью приближения к действительности, соответствующей текущему уровню знаний человечества об окружающем мире, отображала данный реальный объект и необходимость в такой модели была вызвана невозможностью его измерения как физико-географического объекта непосредственно в природе. Традиционной моделью представления реальных объектов мира стала карта, именно по ней производились необходимые измерения объектов и именно поэтому картометрический способ стал традиционным методом определения размеров государства.

Исторически в России задаче определения размеров страны всегда придавалось большое значение и для ее решения привлекались лучшие специалисты и применялись самые современные технологии, имевшиеся на момент выполнения измерений. Первое определение размеров Российской империи выполнил в 1786 году академик Петербургской Академии Наук В. Л. Крафт по «Новой карте Российской Империи, разделенной на наместничества, сочиненной в 1786 г.». В то время, когда в Европе для геодезических расчетов и картометрических работ еще принимали Землю за шар и применяли формулы сферической геометрии, для своих измерений академик В. Л. Крафт принял сфероид со сжатием 1:200 в качестве модели Земли и вывел точную формулу площади сфероидической трапеции, ограниченной параллелями и меридианами земного эллипсоида (точную и в виде разложения в ряд), которую с успехом применил для определения размеров сфероидических поясов при картометрических измерениях Российской Империи, и которая в неизменном виде (за исключением принятых обозначений и количества членов в разложении) применяется и в наши дни [1].

После академика В. Л. Крафта в истории дореволюционной России измерения размеров Российской Империи выполнялись с регулярностью 1 раз в 15-20 лет (в общей сложности 9 раз) и каждый раз основанием для новых измерений служили географические открытия и присоединения новых территорий, успехи в картографировании страны, развитие техники и технологии измерений по картам [1]. В новейшей истории СССР и России определение размеров страны картометрическими методами выполнялось трижды: в 1939-1940 и 1947 гг., в 1958-1962 гг., в 1990-1994гг., при этом последние измерения были начаты как измерения СССР, а по факту завершились измерением Российской Федерации в ее административных границах, смежных с границами бывших союзных республик [2].

Общей характерной особенностью всех вышеуказанных работ по определению метрических параметров государства, являлось то, что при всё более прогрессирующей с годами техникой этих измерений, по сути применяемой технологии они были схожи в главном - они оставались картометрическими измерениями по аналоговым картам. Так улучшались детальность, актуальность и точность карт, принятых для измерений, появлялись новые и усовершенствовались существующие средства

картометрических измерений (курвиметры, палетки, планиметры, пропорциональные циркули и масштабные линейки и т.д.), разрабатывались новые методики измерений, но не изменялось главное – все измерения велись по бумажным картам вручную. Основными недостатками ранее применявшихся технологий определения метрических параметров территории страны предопределялись используемым традиционным картометрическим методом и заключались в следующем:

1. Большой объем ручных подготовительных и измерительных операций, которые необходимо выполнить по бумажным картам для определения метрических параметров таких больших объектов, как территория государства и, вследствие этого, большая трудоемкость этих работ. Так, при выполнении «...картометрических исчислений по проверке площадей СССР...» по тиражным оттискам топографических карт масштаба 1:100 000 во время измерений 1990-1994 гг. для проведения подготовительных работ по нанесению на топокарты линии государственной границы и определению координат ее поворотных точек традиционными картометрическими методами. только на окраинных листах карт (листах, по которым проходит государственная граница или граница административно-территориального подразделения) были задействованы мощности всех аэрогеодезических предприятий страны и работы выполнялись в течение 5 лет [2].

2. Ограниченность в построении модели исследуемых объектов. Эта ограниченность выражается в ее статичности и возможности представить и измерять объекты, метрические параметры которых требуется определить, только в той пространственной модели местности, которая задана проекцией, системой координат, масштабом аналоговой карты, принятой для картометрических измерений. Так, если карта создана в равноплощадной проекции, где с наименьшими искажениями отображена площадь объектов, то измерение по ней длин линий, периметров или углов с необходимой точностью либо невозможно, либо для этого потребуются предпринять огромные усилия по учету и исправлению вносимых проекцией бумажной карты искажений. Точно также по тиражным оттискам государственных топографических карт, созданных в конформной поперечно-цилиндрической проекции Гаусса-Крюгера, картометрические измерения возможно выполнять только с тщательным учетом вносимых проекцией искажений.

3. Существенное влияние на точность картометрических измерений технических ошибок, вызванных деформацией бумаги, на которой напечатана карта, ошибок измерений картометрическими инструментами (палетками, планиметрами, курвиметрами, пропорциональным и измерительным циркулем и т.д.) которые полностью не устраняются даже при самой тщательной методике измерений.

4. Ограниченность в наборе метрических параметров объектов и территорий, которые могут быть определены по традиционной методике картометрических измерений. Так, стандартным набором метрических характеристик государства, которые определялись в ранее выполненных измерениях, являлись площадь и длина границ территории страны и ее

территориально-административных единиц. Определение же других метрических и морфометрических характеристик (площадь и длины границ на топографической поверхности Земли, точное определение средних, минимальных и максимальных высот территорий, определение геометрических центров субъектов государства и страны в целом и т.д.) было либо невозможно, либо вследствие крайней трудоемкости никогда не выполнялось.

За неполных два десятилетия, прошедших после завершения последнего измерения размеров территории страны, произошли революционные изменения в техническом и технологическом развитии человечества, связанные с компьютеризацией жизни общества и развитием информационных технологий. В геодезическо-картографической области это направление научно-технического прогресса вначале использовалось для автоматизации технологических процессов. Затем появились новые виды продукции: цифровые модели местности, цифровые и электронные карты и атласы. В области географических наук применение компьютерных технологий привело к созданию и развитию географических информационных систем (ГИС) по анализу картографического изображения, а затем и моделей географического пространства. [3].

Существенное влияние научно-технический прогресс оказал и на производственные работы картографо-геодезической службы (КГС) Российской Федерации по геодезическому и картографическому обеспечению территории (ГКО) страны, заключающееся в том, что все в большей мере производственные работы основывались на современных компьютерных и цифровых технологиях, а результатами работы службы являлись новые виды продукции – цифровые топографические карты, планы и атласы. Наиболее массово государственные работы по созданию и обновлению цифровых топографических карт выполнялись в период 2006-2011 годов. В результате этих работ к концу 2011 года Федеральной службой государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр) впервые в истории России на всю ее территорию была создана государственная цифровая топографическая масштаба 1:50 000 и в полном объектовом составе обновлена государственная цифровая топографическая карта (ЦТК) масштаба 1:100 000.

Кроме того, впервые в истории страны выполнены работы по созданию топографических материалов, в цифровом виде определяющих положение линии государственной границы на отдельных ее участках. Так, в 2011г. Росреестром совместно с Гидрографической службой министерства обороны РФ на территорию побережья РФ и ее островов в Северном ледовитом океане выполнены работы по созданию ЦТК масштаба 1:100 000 с целью определения положения исходных линий (ИЛ) РФ в данном регионе. По заказу Росреестра в первой половине 2012 г. для размещения на геоинформационном портале Росреестра будет создан векторный слой государственной границы Российской Федерации, по актуальности, детальности и точности полностью соответствующий исходным картографическим материалам по делимитации, демаркации и иным документам по установлению и международно-

договорному оформлению государственной границы Российской Федерации, что впервые в истории картометрических измерений в России сделает возможным отграничить сухопутную границу РФ с точностью и детальностью, соответствующей ее уровню точности и детальности на первоисточнике.

Таким образом, к концу 2011 года на всю территорию Российской Федерации создан массив актуальных геопространственных данных в цифровой форме, чем на практике подтверждена замеченная отечественными учеными на самых начальных этапах ее формирования тенденция о переходе от геодезического и картографического обеспечения территорий к геоинформационному обеспечению территорий (ГИО) [3].

Совместно с технологией и программным обеспечением геоинформационных систем (ПО ГИС), нашедшим широкое применение в настоящее время в России, вышеуказанные актуальные цифровые геопространственные данные создают совершенно новую среду и новые возможности для моделирования географического пространства территории страны с целью его компьютерного отображения, изучения, анализа и решения по созданным моделям различных задач.

Одной из них таких задач, которую возможно наиболее оптимальным образом решить с использованием вышеуказанных информационных и технологических предпосылок, является задача определения метрических параметров территорий. Именно на реализацию этой задачи – разработки новой технологии определения метрических параметров территории Российской Федерации на основе ее геопространственной модели и с использованием геоинформационных технологий - направлены исследования, изложенные в настоящей статье.

При разработке новых подходов к определению метрических параметров территорий в общем случае и территории Российской Федерации, в частности, основанных на принципе перехода от методологии традиционных аналоговых картометрических измерений к технологии их определения, основанной на геоинформационных технологиях и геопространственной модели местности приняты следующие основные принципы:

1. Технология в возможной степени должна быть автоматизированной, использующей современные достижения цифровой картографии и ГИС;
2. Переход от модели территории в виде карты, созданной в некоторой картографической проекции поверхности эллипсоида вращения на плоскость в системе плоских прямоугольных координат, к геопространственной модели территории непосредственно на земном сфероиде в системе криволинейных геодезических координат;
3. Максимально возможное снижение технических ошибок измерений;
4. Создание возможностей для определения новых метрических и морфометрических параметров территорий, в том числе в 3-D измерении;
5. Комплексная технология мониторинга картометрических параметров территории Российской Федерации, а не технология разового измерения.

В соответствии с вышеуказанными подходами разработана принципиальная технологическая схема выполнения работ по определению метрических параметров территории Российской Федерации с использованием геоинформационных технологий, которая приводится ниже на рис. 1.

Более подробно описание отдельных блоков принципиальной технологической схемы приводится ниже.

Блок исходных данных о государственной границе в идеале должен представлять собой официальную электронную базу данных государственных границ РФ (БДГГ), содержащую метрическое и семантическое описание линии государственной границы по всему периметру страны, установленных на ней пограничных знаков, а также топографических объектов местности, по которым в соответствии с Протоколом-описанием прохождения линии государственной границы проходит государственная граница. БДГГ должна быть создана путем сканирования и векторизации с соблюдением необходимых требований цифровой картографии всех карт из комплектов документов по установлению и международно-правовому оформлению государственной границы (далее - документы установления и международно-правового оформления государственной границы - ДУиМПОГГ), при этом метрическое описание линии государственной границы, пограничных знаков и топографических объектов, по которым проходит граница, должны быть топологически согласованы. По мере текущих изменений положения линии госграницы на отдельных ее участках вследствие вновь выполненных работ по демаркации или редемаркации, в БДГГ вносятся соответствующие изменения. В случае такой организации данных о госгранице детальность и точность определения положения линии государственной границы будет полностью соответствовать её положению на делимитационных или демаркационных картах, таким образом исключается одна из главных ошибок определения метрических параметров территории страны, вызванная неточным определением положения линии границы. Кроме того, организация мониторинга БДГГ позволит в дальнейшем организовать мониторинг метрических параметров территории страны по разработанной технологии.

Для апробации разработанной технологии в настоящих исследованиях на сухопутном участке границы будет использован векторный слой государственной границы Российской Федерации, который будет по заказу Росреестра создан в первой половине 2012г. по картографическим материалам делимитации и демаркации государственных границ.



Рис. 1. Принципиальная технологическая схема определения метрических параметров территории Российской Федерации с использованием ГИС-технологий

Положение линии государственной границы Российской Федерации на море определяется положением исходных линий (ИЛ), которые утверждаются Правительством Российской Федерации и публикуются в Журнале «Извещение мореплавателям». На момент апробации разрабатываемой технологии и проведения практических картометрических работ по измерению размеров территории РФ будет использовано положение ИЛ, определенное последними решениями Правительства РФ. Однако после утверждения Правительством РФ результатов работ Росреестра, выполненных в 2011г. совместно с Гидрографической службой Министерства Обороны РФ по определению нового положения ИЛ в районе побережья РФ и ее островов в Северном ледовитом океане, в систему будет введено ее новая версия.

Блок исходных топографических данных включает в себя ЦТК, используемую для работ по определению метрических параметров страны (это может быть ЦТК масштаба 1:100 000 - 1:50 000 или крупнее на отдельные территории), данные о рельефе местности, применяемые для создания 3-D модели и определения по ней метрических параметров территории на топографической поверхности (могут быть получены как с ЦТК, так и независимо по результатам фотограмметрических работ, лидарной съемки и т.д.), а также сведения о границах субъектов РФ и иных ее административно-территориальных единиц (АТЕ).

В рамках апробации разрабатываемой технологии и проведения практических работ по определению размеров территории РФ источником всех видов вышеназванных данных (топография, рельеф, границы АТЕ) является ЦТК масштаба 1:100 000, обновленная Росреестром в 2011г. При этом положение линии границ субъектов РФ на этих ЦТК проверено редакторскими службами аэрогеодезических предприятий Росреестра, участвовавших в выполнении работ по обновлению, путем сверки с дежурными картами территориальных отделов государственного геодезического надзора Росреестра.

Блок геоинформационного программного обеспечения (ГИС ПО) включает в себя несколько геоинформационных программных продуктов профессионального уровня, позволяющих осуществлять стандартные операции с пространственной информацией (ЦТК, пространственные базы данных): импорт-экспорт векторных данных и связанных с ними баз семантических данных в наиболее распространенных форматах, одновременная визуализация графической и семантической информации о географически локализованных объектах, осуществление атрибутивного и пространственного анализа и представление результатов запросов в графическом и табличном виде, автоматизированное выполнение вычислительных операций с геометрией объектов карты (вычисление длины, площади, периметра, координат CENTROIDОВ объектов карты), представление информации на карте в различных картографических проекциях и т.д. В соответствии с принятыми для разработки технологии принципиальными подходами, с целью исключения ограниченности модели территории в традиционном картометрическом методе, представляющей собой бумажную карту, созданной в фиксированной проекции, определение метрических параметров по новой технологии предлагается

осуществлять в гибкой, нефиксированной модели территории. При этом базовой моделью территории, наиболее приближенной по пространственному положению и степени искажения к ее оригиналу в природе, предлагается рассматривать проекцию территории на земной эллипсоид, а преобразование в другие модели и различные виды проекции осуществлять с целью выполнения контрольных определений.

Количество ПО ГИС более чем 1 предлагается использовать в методологических целях, для отбора наиболее оптимальных вариантов измерений и контроля выполненных определений.

В рамках апробации разрабатываемой технологии и проведения тестовых и практических работ по определению метрических параметров территории РФ тестировались следующие программные продукты: ГИС-Карта (Россия), ArcGIS (США), GeoMedia Professional (США). Контрольные определения выполнялись в ПО, разработанном в рамках настоящих исследований под руководством автора в ФГУП центр «Сибгеоинформ».

Блок нормативных документов является неотъемлемой частью технологии работ по определению метрических параметров территории страны и включает в себя существующие нормативно-правовые, нормативно-технические документы в данной сфере, а также техническое задание на выполнение данного конкретного вида работ с заданными видами объектов или техническое задание на осуществление картометрического мониторинга территории РФ.

Экспериментальные и тестовые работы предусмотрены в Технологии как для выбора в рамках настоящих исследований оптимальных ПО ГИС, наиболее адаптированных для целей метрических измерений, так и для проверки новых видов ПО ГИС, которые могут появиться в будущем и по своим показателям будут соответствовать предъявляемым к ним требованиям, для проверки новых версий ранее использовавшегося в Технологии ПО, для проверки корректности ввода в ПО ГИС исходной топографической информации и сведений о государственной границе, представленных в новых форматах и видах.

При апробации разрабатываемой Технологии и проведении практических работ с ее применением по определению размеров территории РФ источником всей топографической информации и сведений о государственной границе (за исключением ИЛ) послужили ЦТК, представленные в формате SXF, тестированию подверглись указанные выше 5 видов ПО ГИС.

Первичное формирование пространственной базы данных территории (ПБДТ) РФ для выполнения работ по определению ее размеров потребует наибольших трудовых и временных затрат, поскольку в данном случае необходимо выполнить первичный ввод в ПБДТ всей необходимой исходной информации, в том числе выполнить:

- Импорт выбранных слоев из ЦТК масштаба 1:100 000 на всю территорию РФ (около 13500 номенклатурных листов);
- Проверка корректности импорта в части геометрии и семантики объектов;

- Сшивка (объединение) подлежащих картометрической обработке объектов из пономенклатурного представления в пообъектное;
- Ввод в ПБД сведений о положении линии государственной границы на суше и исходных линий на море.

В процессе дальнейшей эксплуатации технологии данный этап будет менее трудоемким, поскольку в систему потребуется вводить не все, а только изменившиеся данные (например, новое положение линии государственной границы на отдельном ее участке).

Этап определения метрических параметров территории РФ содержит в себе собственно процессы определения геометрических характеристик территорий и объектов штатными средствами выбранных ПО ГИС, а также контрольные их измерения и вычисления альтернативными методами. На этом же этапе осуществляется оценка точности выполненных определений и составляются каталоги с результатами работ.

Этап подготовки итоговых данных для публикации является заключительным при выполнении работ по определению метрических параметров территории Российской Федерации с применением геоинформационных технологий и включает в себя процессы создания требуемых отчетных документов, презентующих результаты картометрических измерений и вычислений территории РФ и ее субъектов в виде ведомостей, таблиц, картограмм, графиков, диаграмм и иных видов электронных документов.

Вышеуказанные принципиальные подходы, принятые для разработки новой технологии определения метрических параметров территории Российской Федерации, позволяют устранить недостатки ранее применявшихся для этих целей аналоговых методов картометрических измерений и выработать решение этой важной государственной задачи на уровне, соответствующем современному уровню развития геоинформационных технологий и методов работы с цифровой картографической информацией и пространственными данными.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волков, Н. М. Принципы и методы картометрии. – Ленинград: Издательство Академии наук. – 1950. С. 149, 283-314.
2. Технический отчет по исчислению полной площади Российской Федерации 1990-1994. Федеральная служба геодезии и картографии. Центральный картографо-геодезический фонд. -1994. С. 1-5.
3. Карпик, А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий. – Новосибирск. – 2002. С. 15-44.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЗДЕЛОВ «РАСТЕНИЕВОДСТВО» И «ЖИВОТНОВОДСТВО» В ОБЛАСТНОМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ АТЛАСЕ

Марина Анатольевна Нольфина

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плехотного, 10, аспирант кафедры картографии и геоинформатики, тел. 8 (383)361-06-35, e-mail: nolfina2009@yandex.ru

В статье рассмотрены особенности проектирования разделов «Растениеводство» и «Животноводство». Определяются основные требования к картам. Анализируются региональные особенности картографируемых явлений.

Ключевые слова: областной сельскохозяйственный атлас, особенности проектирования разделов «Растениеводство» и «Животноводство», основные требования к картам.

FEATURES OF “CROP PRODUCTION” AND “LIVESTOCK FARMING” SECTIONS DEVELOPMENT FOR THE REGIONAL AGRICULTURAL ATLAS

Marina A. Nolfina

A post-graduate student, department of Cartography and GIS, SSGA, 10 Plakhotnogo st., Novosibirsk 630008, phone: 8 (383) 361-06-35, e-mail: nolfina2009@yandex.ru

The features of developing ‘Crop production’ and ‘Live-stock farming’ sections are considered. Main requirements to the maps are determined. Regional features of the phenomena to be mapped are analyzed.

Key words: regional agricultural atlas, features of developing ‘Crop production’ and ‘Live-stock farming’ sections, main requirements to maps.

Этап проектирования содержит основной объём подготовительных работ. В него входят:

1. Определение требований к карте;
2. Сбор, анализ и оценка источников;
3. Изучение объектов и территории картографирования;
4. Составление программы карт.

Социально-экономическое картографирование имеет свои особенности, которые связаны с назначением, учётом характера статистических материалов, единством карт во времени. Важен принцип актуальности, современности изображения, обеспечения наибольшего его соответствия картографируемых явлений на данный момент, без чего они рискуют потерять сопоставимость [1].

Важным фактором, влияющим на выбор основных параметров карты является значение региональных особенностей картографируемых явлений.

При картографировании сельского хозяйства необходимо учитывать динамику объектов картографирования, потому что каждый год меняются

показатели производства. При мелкомасштабном картографировании целесообразно применять статистические показатели по административным единицам, а при крупномасштабном – по природным ареалам.

Карты разделов должны отвечать определенным требованиям: быть целевыми по назначению, справочными по детальности характеристик, иметь возможность сопоставления карт внутри раздела и карт разных разделов. Это возможно, если использовать унифицированные масштабные ряды, одну проекцию, типовые географические основы, общие правила компоновки и составления легенд, единые показатели на характерные даты, согласование содержания карт. Существуют унифицированные тематические списки карт, которые уточняются и дополняются применительно к зональным условиям и специфике картографируемой территории [2].

Приведём основной перечень карт разделов «животноводство» и «растениеводство».

Животноводство: типы животноводства; производство кормов, состав скота по видам, поголовье крупного рогатого скота; производство продуктов животноводства; производство основных продуктов сельского хозяйства крестьянскими (фермерскими) хозяйствами; производство молока по районам.

Растениеводство: зерновые и зернобобовые культуры; вся посевная площадь; технические культуры; гречиха; овес; просо; пшеница яровая.

Рассмотрим содержание некоторых карт животноводства и растениеводства.

Карты животноводства являются справочными, помогают планировать мероприятия по организации кормовой базы и размещение поголовья скота,

поэтому в атласе необходимо помещать карты, показывающие размещение посевов кормовых культур, кормовых корнеплодов, силосных, бахчевых растений [3].

Важны карты состава скота по видам, на которых размеры поголовья показываются кружками, а структура — окраской секторов. По каждому виду скота в атласе следует помещать пять карт: размещение поголовья (точечная карта), плотность поголовья (способ картограммы) - количество крупного рогатого скота, овец и коз на 100 га сельскохозяйственных угодий, свиней на 100 га пашни и птицы на 100 га зерновых культур.

Следует отображать на картах производство мяса, молока, шерсти на 100 га сельскохозяйственных угодий, яиц — на 100 га зерновых культур.

Большое значение имеет выбор способа для составления отраслевых сельскохозяйственных карт животноводства, от которого зависит правильность отображения на картах размещения отраслей и культур сельского хозяйства, наглядность карт. Выбор способа для составления отдельных сельскохозяйственных карт зависит от специфики размещения сельскохозяйственного производства, масштаба и содержания карт.

Для обзора в атласе приводятся карты размещения и структуры посевных площадей. Карта земледелия обычно составляется точечным способом, что отобразит общую картину концентрации посевных площадей. Вторая карта,

составленная с использованием способа картодиаграммы, показывает структуру посевных площадей по административным районам.

Нужно стремиться к тому, чтобы по каждой ведущей культуре были даны карты размещения посевных площадей, урожайности и валовых сборов, производства зерна, картофеля и овощей в расчете на 100 га сельскохозяйственных угодий. Необходимо отображать в атласе сортовые посевы основных зерновых и технических культур [3].

Подготовительные работы завершаются составлением программы карт, которая содержит следующие разделы:

- Исходные положения – назначение, масштаб, район картографирования;
- Картографические источники, их использование;
- Общегеографическая основа и сельскохозяйственное содержание;
- Приложения.

Разделы «Растениеводство» и «Животноводство» в сельскохозяйственном атласе являются наиболее значимыми для планирования, анализа и решения производственных задач специалистами управления сельского хозяйства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 . Евтеев, О.А. Проектирование и составление социально-экономических карт [Текст] / О.А. Евтеев. – М., 1999.
- 2 . Левицкий, И.Ю. Научные основы комплексного сельскохозяйственного картографирования [Текст] / И.Ю. Левицкий. – М., 1975.
- 3 . Сухов, В.И. Сельскохозяйственное картографирование [Текст] / В.И. Сухов, Я.И. Юровский. – М., 1970.

© М.А. Нольфина, 2012

СОЗДАНИЕ И ВЕДЕНИЕ ЦИФРОВОГО ДЕЖУРНОГО ПЛАНА ТЕРРИТОРИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Денис Борисович Новоселов

ООО «Сибшахтостройпроект», 654027, г. Новокузнецк, пр. Курако, 19Б, главный специалист отдела инженерно-геодезических изысканий, ассистент кафедры геологии и геодезии Сибирского государственного индустриального университета (СибГИУ), тел. (913)312-58-04, e-mail: moblic@mail.ru

Евгений Александрович Звягинцев

ООО «Сибшахтостройпроект», 654027, г. Новокузнецк, пр. Курако, 19Б, инженер-геодезист отдела инженерно-геодезических изысканий, тел. (950)586-44-10, e-mail: Ezvyagintsev2012@gmail.com

В статье рассмотрены методы создания и ведения цифрового дежурного плана территории динамично развивающихся промышленных предприятий с использованием современных САПР. Для самого сложного участка строительства и реконструкции главного АБК была создана полноценная 3D-модель.

Ключевые слова: цифровой дежурный план, трехмерная модель территории, цифровая модель местности.

CREATION AND CONDUCTING THE DIGITAL PLAN OF TERRITORIES OF THE INDUSTRIAL ENTERPRISES

Denis B Novoselov

LLC «Sibshahtostroyproekt», 654027, Novokuznetsk, av Kurako, 19b, the main specialist of the engineering-geodetic survey department, the assistant to chair of geology and geodesy of the Siberian State Industrial University (SibSIU) tel. (913)312-58-04, e-mail: moblic@mail.ru

Evgeniy A Zvyagintsev

LLC «Sibshahtostroyproekt», 654027, Novokuznetsk, av Kurako, 19b, geodesist of the engineering-geodetic survey department, tel. (950)586-44-10, e-mail: Ezvyagintsev2012@gmail.com

In article methods of creation and conducting the digital plan of territory of dynamically developing industrial enterprises with use modern SAPR are considered. For the most difficult site of building and reconstruction of main thing AHC the high-grade 3D-model has been created.

Key word: The digital plan, three-dimensional model of territory, digital model of district.

Заводы Сибирский завод металлических конструкций (СЗМК) и Сибирский завод «Энергопром» (СЗЭП) представляют собой очень динамично развивающиеся предприятия. Интенсивно ведутся работы по строительству, реконструкции и перепланировке существующих площадей, проводится модернизация и наращивание производственных мощностей. Все проектные работы для этих предприятий выполняет проектный институт ООО «Сибшахтостройпроект». Для проектирования развития территории необходим

актуальный цифровой дежурный топографический план. Создание и ведение такого плана была возложена на отдел инженерно-геодезических изысканий ООО «Сибшахтостройпроект».

Цифровой дежурный план обеспечивает возможность проектирования объектов, эксплуатацию инженерных сооружений, выполнение авторского и строительного надзора и т.п., а также поэтапную разработку проектов детальной планировки и ведение дежурного проекта, отражающего ход реализации генерального плана. Использование цифрового дежурного плана дает возможность проектировщикам использовать автоматизированные технологии при работе. Например, цифровая модель местности (ЦММ) обеспечивает возможность построение профиля по заданному направлению, использоваться автоматизированные технологии при расчете земляных работ и анализировать в 3D исходные и проектные решения.

Работы по созданию цифрового дежурного плана начались в 2008 году. На первом этапе был выполнен сбор исходных топографических материалов на прилегающую территорию заводов СЗМК и СЗЭП, это – отсканированные планшеты масштаба 1:500. Эти материалы были трансформированы и привязаны в местной системе координат в программе Transform. Затем, по мере развития предприятий, выполнялось обновление топографических планов. После строительства инженерных сооружений на территории заводов СЗМК и СЗЭП выполнялась исполнительная съёмка, и данные своевременно вносились в дежурный план. Часть съёмок была выполнена разными исполнителями в разных форматах. В этом случае съёмки переводились в обменный формат dxf и дорабатывались, так как зачастую при импорте была утеряна Z отметка. Для автоматического восстановления Z отметки применялся скрипт ztxt написанный на языке autolisp[1]. Для ведения цифрового дежурного плана успешно использовался программный комплекс CREDO, обеспечивающий возможность обработки материалов топографической съёмки, проектирования различных объектов, геодезическое сопровождение строительства, выполнение исполнительных съёмок и экспорта во внешние системы. Совокупность программных модулей комплекса реализует технологии «сквозной» обработки информации, начиная от ее получения и заканчивая проектом, разбивочным чертежом и иным конечным документом деятельности проектно-изыскательской организации [2].

На сервере нашего предприятия для работы над цифровым дежурным планом была создана корпоративная база данных, которая позволяет работать над одним объектом геодезисту, генпланисту и дорожнику одновременно. В корпоративной базе данных было решено использовать следующий набор слоев:

- Здания и ограждения;
- Подземные коммуникации;
- Надземные коммуникации;
- Рельеф;
- Дороги;
- Растительность;

- Гидрография;
- Растровые материалы.

Этот набор слоев является минимальным, однако он полностью соответствует нуждам нашей организации.

Также были использованы спутниковые снимки разных лет, скачанные с поисково-информационных картографических сервисов. Они добавили наглядности, позволили осуществлять мониторинг территории и контроль выполненной работы (рис. 1).

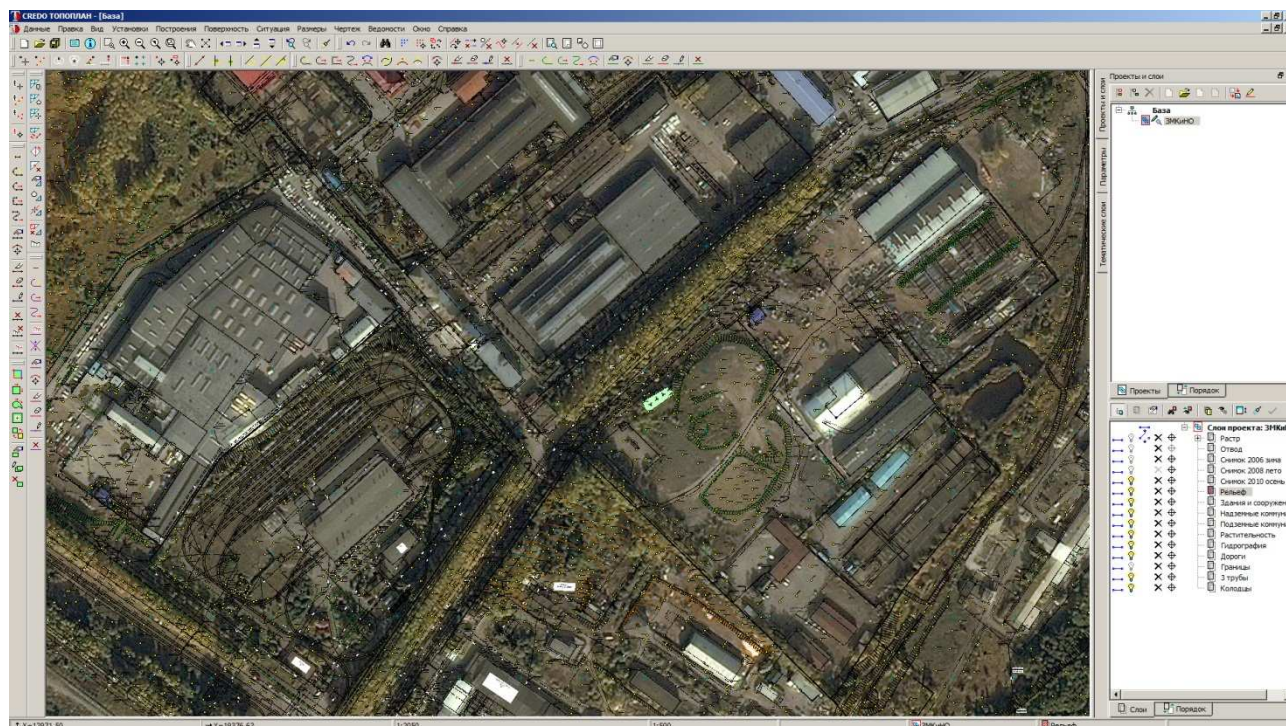


Рис. 1. Цифровой дежурный план территории заводов СЗМК и СЗЭП, нанесенный на космический снимок

Для самого сложного участка строительства и реконструкции главного АБК была создана полноценная 3D-модель в новом модуле программного комплекса Sredo Визуализация (рис. 2). Этот модуль предназначен для визуальной оценки корректности исходных и проектных поверхностей, поиска ошибок, оценки проектных решений, создания и сохранения реалистичных трехмерных изображений. Для работы с 3D-изображениями предусмотрен отдельный тип проекта 3D-сцена, который помимо просмотра позволяет редактировать поверхности и элементы ситуации, а также создавать эти элементы, так как они могут быть необходимы для получения реалистичных трехмерных изображений.

На этой территории цифрового дежурного плана были заданы профиля линейно-тематических объектов, отметки точечных объектов и поверхности под площадными тематическими объектами. Для создания зданий и сложных

технологических сооружений дополнительно использовалась программа 3Ds Max. Созданные в ней 3d-объекты импортировались в 3D-сцену модели.

Цифровая модель рельефа была создана средствами Credo. Цифровая модель рельефа представлена несколькими взаимодополняющими компонентами: структурными линиями, определяющими верх и низ откосов; сетью неперекрывающихся треугольников, построенных по хаотично расположенным точкам; горизонталями с элементами их оформления и подписями высот характерных точек. Для фотореалистичной визуализации отображение горизонталей и подписи точек были отключены.

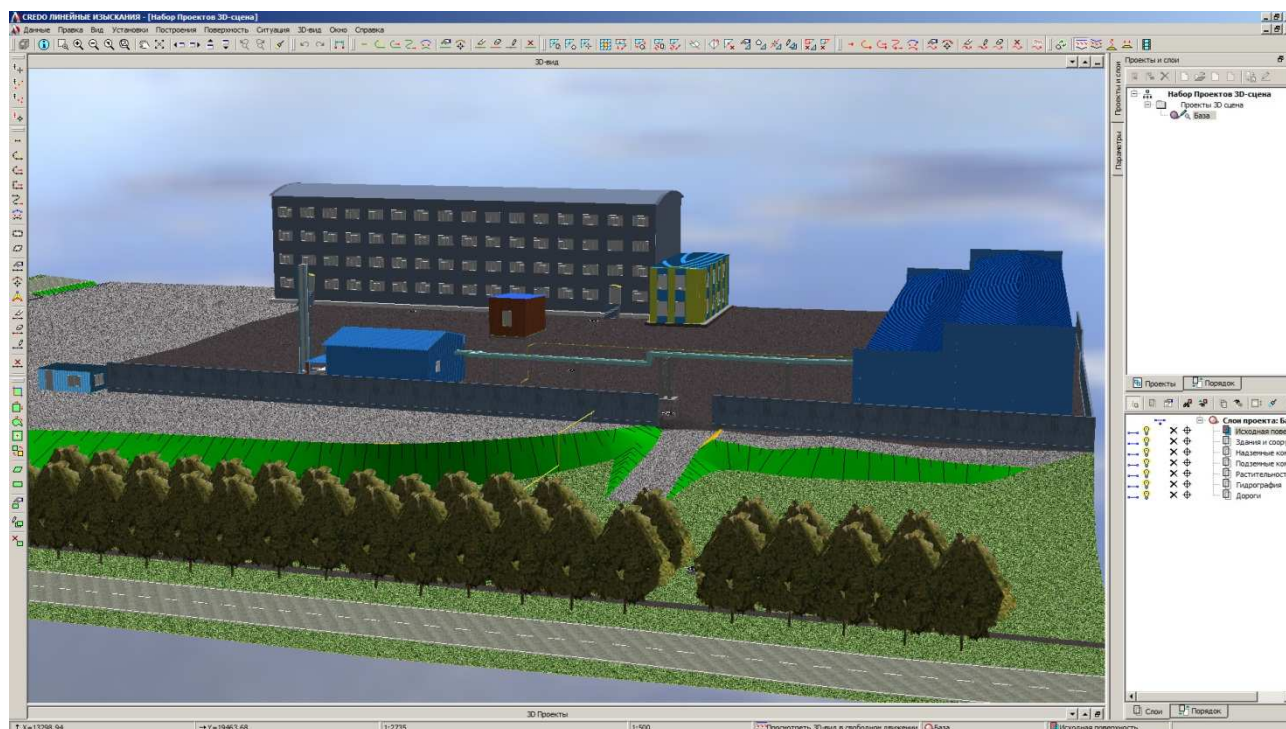


Рис. 2. Трехмерная модель территории завода СЗМК построенная по данным цифрового дежурного плана

Сегодня цифровой дежурный план используется различными отделами нашей организации для решения следующих задач: планирование развития территории, проектирование электроснабжения объектов, проектирование вертикальной планировки, проектирование инженерных сетей и подъездных дорог. Общая площадь цифрового дежурного плана сегодня составляет 106 Га.

Для передачи данных цифрового дежурного плана сторонним организациям производится экспорт цифровой модели в формат DXF, в котором содержится 3D-модель. Эту модель можно импортировать в любую САПР и полноценно использовать автоматизированные технологии.

Внедрение цифрового дежурного топографического плана позволило перейти на использование самых современных технологий, которые значительно экономят время, повышают качество проектной документации, решают вопросы по обмену данными между отделами и позволяют отказаться от устарелых, бумажных технологий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новоселов Д.Б. Импорт плоских DXF-файлов в системы Credo III. «Автоматизированные технологии изысканий и проектирования», 2011, №1, с 28-31.
2. Карпов А.А., Сузько И.В., Назаров А.С. Топографический мониторинг застроенной территории средствами программного комплекса CREDO. «Автоматизированные технологии изысканий и проектирования», 2011, №2, с 70-74.

© Д.Б. Новоселов, Е.А. Звягинцев, 2012

СПОСОБЫ АНИМАЦИИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ

Илья Олегович Надыров

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, аспирант кафедры картографии и геоинформатики, тел. (383)361-06-35, e-mail: hadoken1987@gmail.com

В статье описаны способы анимации, применяемые для создания динамических условных знаков, рассмотрены пути их применения при создании карты.

Ключевые слова: анимация, форма, движение, динамика, динамический условный знак.

ANIMATION METHODS AND THEIR INFLUENCE ON CARTOGRAPHIC SYMBOLS

Ilya O. Nadyrov

A post-graduate student, Department of Cartography and GIS, Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo st., 630108, Novosibirsk, phone: (383)361-06-35, e-mail: hadoken1987@gmail.com

In article is described animation methods, used for dynamic cartographic symbols considered ways of their application in map creation.

Key words: animation, shape, movement, dynamics, dynamic cartographic symbol.

Условные знаки являются основным содержанием всех карт, в том числе и анимационных. Но в отличие от карт традиционных условные знаки на анимационных картах подвержены постоянному изменению, так как они отражают изменение объекта или явления в течение времени. В зависимости от характера анимации, изменения условного знака могут быть разнообразными, и в зависимости от этих изменений меняется и информационная составляющая карты.

Способы анимации и их влияние на условные знаки

Основными способами анимации являются анимация движения и анимация формы (морфинг). При анимации движения объект меняет свое положение в пространстве с течением времени анимации. При анимации формы с течением времени объект частично или полностью изменяет свою форму. Это основные способы создания анимации, широко применяемые в различных программных пакетах (Adobe Flash, Autodesk 3dsMax и т.д.). Эти способы также можно применять и в анимационной картографии, воздействуя на условные знаки, размещённые на карте. Но условные знаки – не просто абстрактные объекты, а носители определенной информации, обладающие количественными и качественными характеристиками, так или иначе описывающими изображаемое явление. Соответственно, применяя анимацию к условным знакам, необходимо учитывать данную особенность.

Анимация движения

Анимация движения подразумевает под собой изменение местоположения объекта в заданной области. Движение может быть равномерным, тогда объект будет перемещаться из одной точки в другую по прямому пути с постоянной скоростью. Такую анимацию движения можно назвать простой, ее удобно применять при описании процессов, не требующих подробного описания характера движения, а лишь отображающих сам факт движения (например, карта годового экспорта/импорта товаров из одного (нескольких) населенного(ых) пункта (ов) в другой (ие)) (рис. 1).

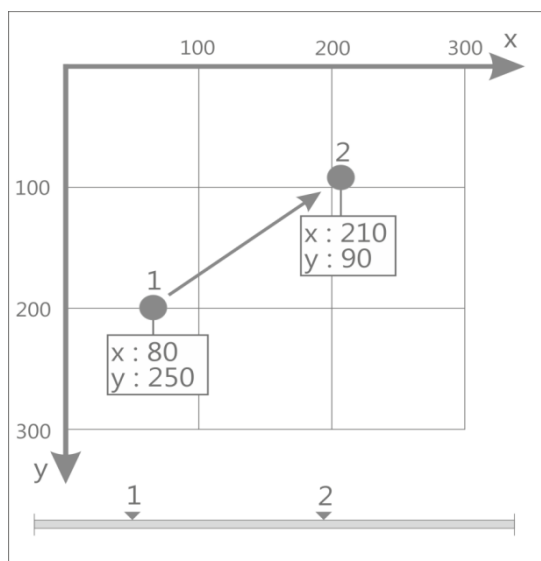


Рис. 1. Пример анимации простого движения

Но часто бывает так, что процессы перемещения по своей скорости неравномерны (например, перемещение циклонов и других погодных явлений, где описание скорости также важно, как и описание характера движения объекта). В таком случае необходимо программными средствами задавать участки пути движения объекта, где он будет ускоряться, а где – двигаться медленнее. Маршрут движения объекта может содержать более, чем 2 точки, тогда 1-я точка будет начальной точкой маршрута, последняя – конечной, остальные будут являться узловыми точками движения (рис. 2).

Часто реальное движение объекта невозможно описать лишь движением по прямой линии из одной точки в другую. Траектории движения обычно намного сложнее и при описании некоторых явлений этим нельзя пренебрегать. В таком случае для объекта необходимо прописывать путь его движения, по которому он будет двигаться на протяжении анимации (например, карта движения общественного транспорта). В совокупности неравномерное движение по заданному маршруту, отличному от прямой линии, можно назвать сложным движением (рис. 3).

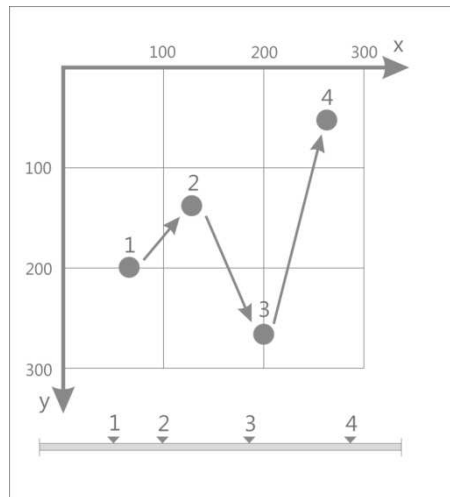


Рис. 2. Пример анимации движения через узловые точки

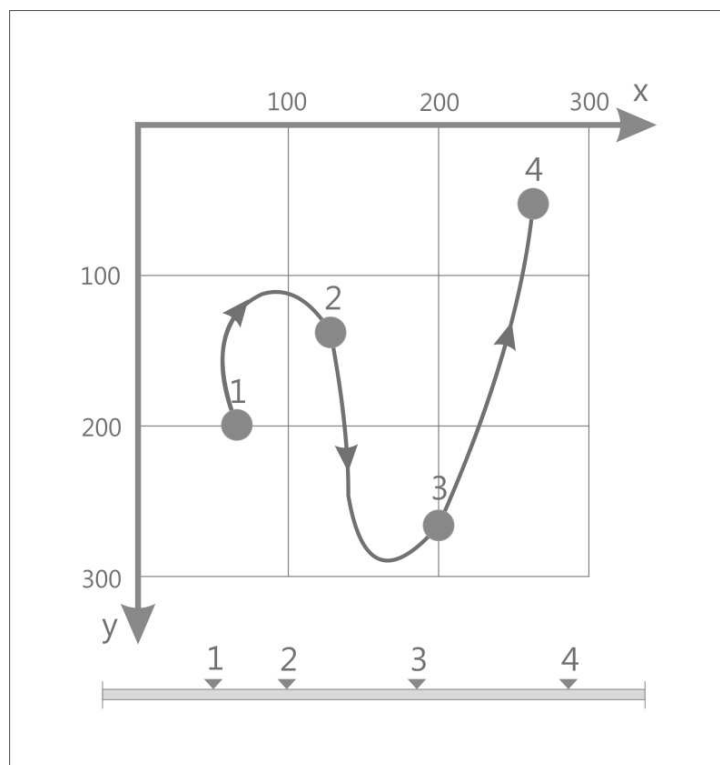


Рис. 3. Пример анимации движения по заданному пути

Анимация формы

Анимация формы предполагает изменение не местоположения объекта (условного знака), а изменение самого объекта. Простым видом анимации формы является изменение размера объекта. Изменение размера удобно применять в тех случаях, когда происходит рост или убыль численной характеристики условного знака. В таком случае увеличение или уменьшение условного знака будет соответствовать увеличению или уменьшению численной характеристики. Для построения анимации такого рода используются несколько значений для условного знака на протяжении заданного отрезка времени. На

основе этих значений создается условный знак в ключевых кадрах анимации с размером, соответствующим численной характеристике. При недостаточном количестве известных численных значений дополнительные значения вычисляются с помощью интерполяции, и по ключевым кадрам создается анимация условного знака (рис. 4).

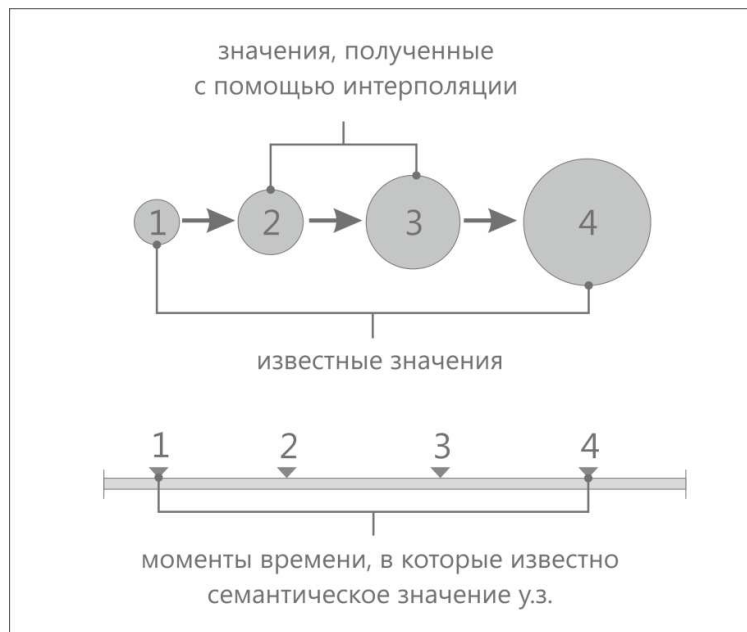


Рис. 4. Создание анимации изменения размера с помощью интерполяции

Естественно, такой подход невозможен для внемасштабных условных знаков.

Кроме изменения размера возможно изменение формы объекта. В случае с условным знаком изменение формы равносильно изменению качественной характеристики условного знака. Соответственно, если на отрезке времени объект, описываемый условным знаком, приобретает новые качества, то для отображения этого процесса целесообразно применить анимацию изменения формы (например, с течением времени населенный пункт преобразовался из села в поселок городского типа) (рис. 5).

Так как условные знаки являются сочетанием изображения и характеристик (количественных и качественных), при анимации нужно отражать соответствующее изменение характеристик. При анимации движения у условного знака меняется его местоположение на карте и соответственно и его координаты. Все изменения координат условного знака должны вноситься в базу данных. При анимации формы меняются характеристики условного знака и значения этих характеристик также должны вноситься в базу данных. Впоследствии, при воспроизведении анимации, пользователь сможет просмотреть численные и качественные характеристики, соответствующие условному знаку (рис. 6).

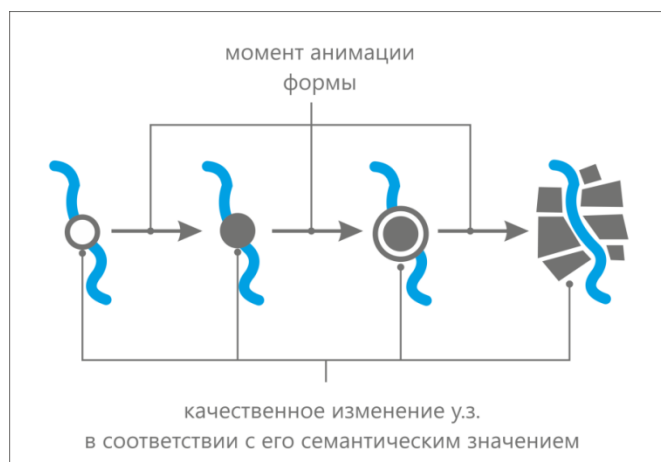


Рис. 5. Пример анимации формы при качественном изменении характеристики условного знака

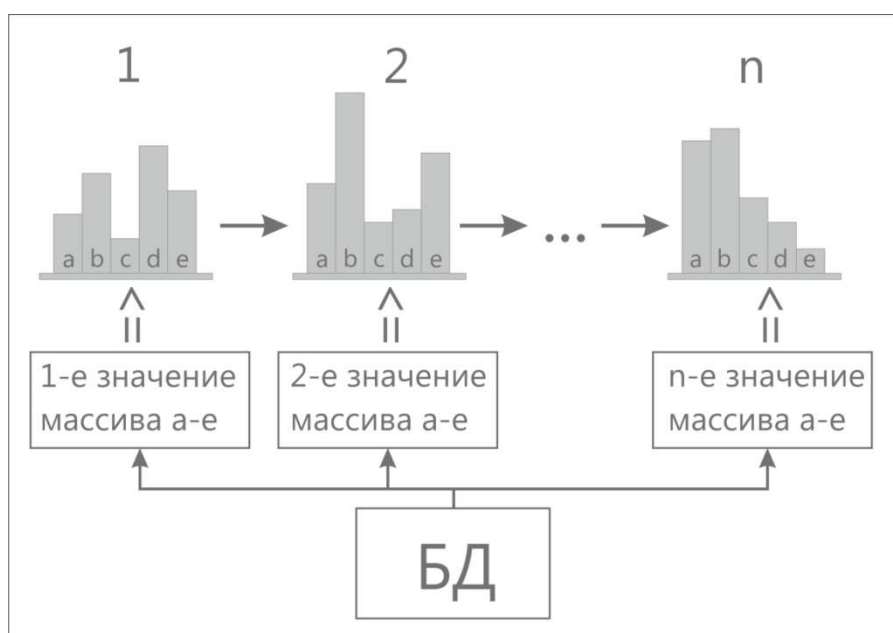


Рис. 6. Извлечение численных характеристик условного знака из базы данных

Заключение

Выбор формы анимации для условного знака очень важен, так как это определяет всю последующую структуру карты. Не стоит слишком усложнять анимацию условного знака, так как, во-первых, это ухудшает восприятие информации пользователем, а, во-вторых, создает для исполнителя карты дополнительные трудности и задачи по отслеживанию и дополнению характеристик условных знаков. Если длительность анимации не слишком велика, то изменения условного знака должны быть легко читаемыми, не слишком частыми или сложными.

ВРЕМЕННЫЕ ШКАЛЫ В КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ АНИМАЦИИ

Илья Олегович Надыров

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры картографии и геоинформатики, тел. (383) 361-06-35, e-mail: hadoken1987@gmail.com

В статье рассмотрены различные типы временных шкал, примеры их применения при составлении анимационных карт, описаны некоторые особенности интерфейса анимационных карт.

Ключевые слова: время, временная шкала, измерение, воспроизведение, динамика, анимация.

TIME SCALES IN CARTOGRAPHIC ANIMATION

I.O. Nadyrov

Siberian State Academy of Geodesy (SSGA), 10 Plakhotnogo Ul., Novosibirsk, 630108, Russian Federation

In article is considered different types of time scales, some examples of their usage, described some specifics of animation maps interface.

Key words: time, time scale, dimension, playback, dynamics, animation.

Введение

Анимационные карты, в отличие от обычных карт, используют время, как еще одно измерение. При рассмотрении динамических явлений всегда необходимо учитывать данный параметр, так как, наряду с пространственными параметрами, он является неотъемлемой частью таких процессов.

Статические карты представляют всю информацию единовременно, анимационные карты представляют информацию во времени. Так, анимационные карты имеют дополнительный репрезентативный объём, который может быть использован для расширенного представления информации.

По мере прохождения времени анимации нарастает тотальный объём данных. Он может быть представлен полностью, но это чревато для читателя. Чем дольше длится анимация, тем труднее запоминание каждого кадра анимации. Другими словами, хотя виртуально объём данных, который может быть представлен анимацией, не ограничен, необходимо вводить ограничение представляемого объёма информации. Это определяется тем, как долго читатель может извлекать суть из анимации и хранить её в кратковременной визуальной памяти. От чрезмерного объёма информации читателю будет больше вреда, чем пользы. Поэтому большинство анимаций в анимационных картах коротки и длятся не дольше минуты.

Назначение и описание временных шкал в картографической анимации

В то время как статические карты имеют только пространственную шкалу (например, 1 сантиметр – 1 километр), временные анимационные карты имеют еще и временную шкалу. Временная шкала – это соотношение между реальным мировым временем и временем движения. Временные шкалы необходимо выбирать в зависимости от вида явления, его протяженности во времени, цикличности и общей динамики. Возможны несколько видов таких шкал.

Часы

Если явление ограничено суточным циклом, целесообразнее всего для изображения такого суточного процесса выбрать простые часы. Естественно, невозможно, да и нет необходимости представлять весь суточный цикл в реальном времени, поэтому целесообразно применять временное масштабирование (например, 1 час реального времени – 5 секунд анимационного времени). Такой подход позволит пользователю получить достоверную и точную информацию об интересующем его явлении за короткое время (рис. 1).



Рис. 1. Пример часов

В пользовательский интерфейс таких карт достаточно встроить кнопку *воспроизведения/паузы*, чтобы пользователь мог остановить анимацию в любой момент и считать необходимые данные. Примером, когда можно применить часы для описания, является карта суточного движения общественного транспорта, или динамика изменения транспортного потока на улицах в течение дня.

Простые временные шкалы

Если процесс линейен, протяжен во времени и не имеет циклического характера, удобно использовать простую временную шкалу. С ее помощью, пользователь может отследить, на каком этапе анимации он находится на данный момент. При этом, также как и с часами, имеет смысл использовать временной масштаб. Для удобства использования карты можно разбить шкалу на деления, изображающие единицу времени (час, месяц, год и т. п.). Такой подход позволяет более точно ориентироваться во время воспроизведения и в результате получать более качественную информацию (рис. 2).

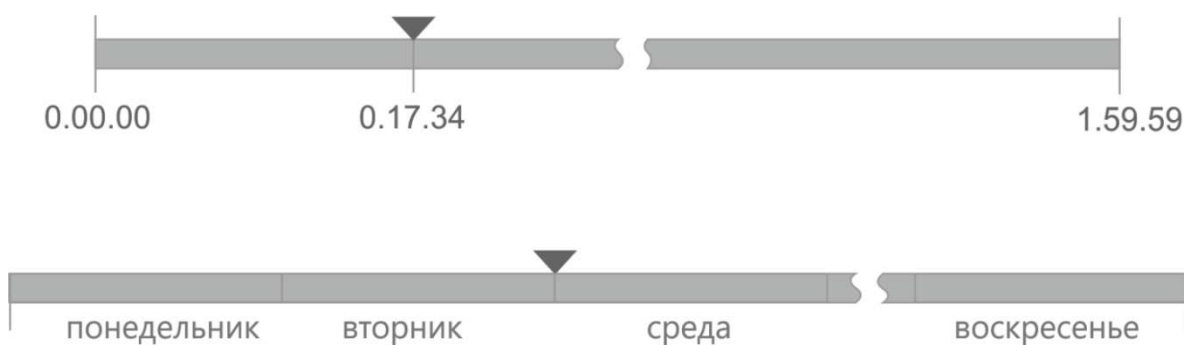


Рис. 2. Примеры простых временных шкал

В пользовательский интерфейс карты можно встроить кнопку *паузы/воспроизведения*, кнопку *полной остановки анимации*. Также хорошо дать возможность контролировать «ползунок», движущийся по временной шкале, чтобы пользователь сам мог переходить на необходимый ему отрезок воспроизведения. Примером использования простой временной шкалы может послужить карта годичного изменения промышленной ситуации в области.

Понятия ускорения, замедления и пошагового воспроизведения. Динамические временные шкалы

Часто бывает так, что описываемое явление слишком растянуто по времени. Длительность анимации при нормальной скорости воспроизведения становится слишком велика, и необходимо применить ускорение анимации. При ускорении анимации временной масштаб меняется. Чтобы не загружать временную шкалу при ускорении анимации, стоит задуматься о ее динамическом изменении.

Например, анимация описывает какой-то годовой процесс. Шкала разбита на месячные деления, те, в свою очередь, подразбиты на недельные деления. Но во время ускорения процесса, пользователь не будет полностью успевать отслеживать прохождение анимационного «ползунка» по шкале и целесообразно будет отключить деление месяцев на недели, так как это улучшит восприятие информации. Также часто бывает необходимо просмотреть часть анимации более подробно. В таких случаях целесообразно включить в управление анимацией функцию замедления. С ее помощью отследить процессы изменения будет удобней, и пользователь получит более точную и подробную информацию. Во время замедления временная шкала также может динамически видоизменяться, то есть становиться подробней для более точного отслеживания времени и событий, соответствующих текущему моменту. Кроме того, бывает необходимо получить ряд данных о явлении через очень короткий промежуток времени. Постоянно останавливать и воспроизводить анимацию неудобно и чревато ошибками. В таком случае может помочь покадровое воспроизведение, когда для перехода на следующий кадр требуется команда пользователя. При таком способе можно точно перейти в необходимый момент анимации и получить данные (рис. 3).

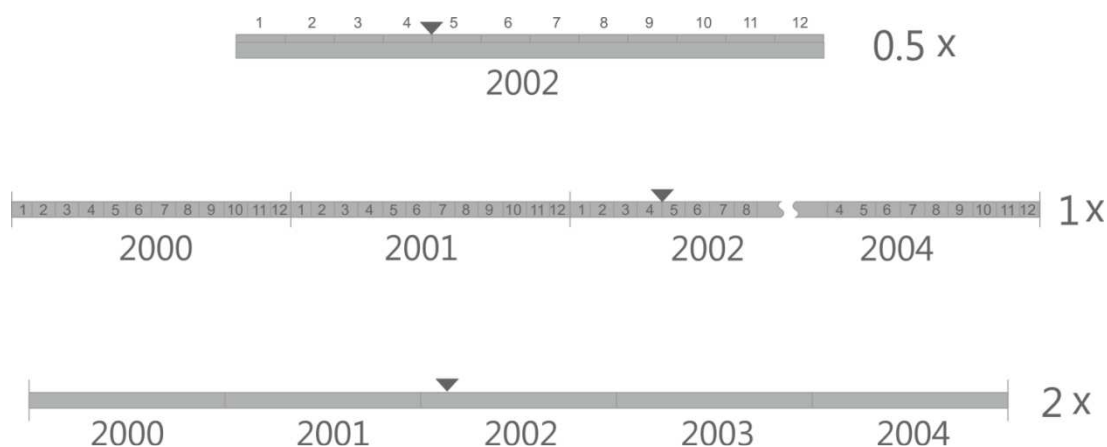


Рис. 3. Принцип действия динамических временных шкал

В итоге пользовательский интерфейс будет включать в себя кнопки *паузы/воспроизведения*, *остановки анимации*, *ускорения*, *замедления* и *пошагового воспроизведения*. Примером использования динамически изменяющихся шкал и описанного выше интерфейса может послужить карта изменения экономической ситуации, описывающая период в несколько лет.

Дифференцированные временные шкалы

Бывает так, что анимационная карта описывает изменение во времени не одного, а нескольких объектов. В какой-то момент они могут появляться на карте и затем продолжать изменяться вплоть до конца анимации. Если таких объектов не очень много, то проблем с восприятием не возникает, но если их число велико, читатель карты не может отследить все качественные изменения каждого объекта. В таком случае целесообразно создавать отдельную анимацию для каждого объекта в новом окне. В каждом таком отдельном окне должна быть своя временная шкала, имеющая свое начало в момент возникновения объекта на карте и заканчивающаяся в момент завершения общей анимации. Такая дискретизация объектов поможет пользователю получать более подробную и точную информацию по каждому из них.

При использовании дополнительных окон анимации, основную, «заглавную» анимацию можно упростить, показав лишь общие этапы изменения объектов. Во-первых, такой подход сделает восприятие карты для читателя более легким, во-вторых, снизит нагрузку на системные мощности ПК. При выведении анимации объекта в отдельное окно, можно сделать временную шкалу подробнее, подразбив ее на более мелкие промежутки времени. Это также улучшит качество данных, считываемых пользователем (рис. 4).

Примером карт с использованием дифференцированных временных шкал может послужить карта урбанизации области, где города и поселки на общей карте показываются пунсонами, изменяющимися с течением времени и с ростом населенных пунктов. При выборе на карте конкретного условного знака происходит полное отображение его развития (рост площади застройки, рост населения и т.п.).

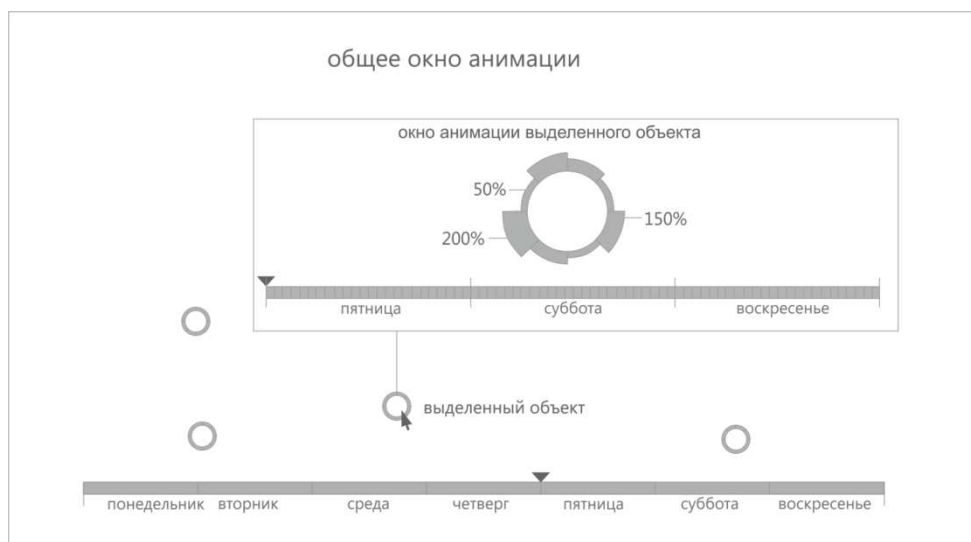


Рис. 4. Принцип действия дифференцированных временных шкал

Все описанные способы комбинируются между собой в зависимости от назначения карты, анимационных методов и способов отображения информации.

Заключение

Анимационные карты получают все большее распространение и привлекают все больший круг пользователей. Для удобства работы и более качественного считывания информации в анимационные карты вводят временные шкалы. Правильно сделанная временная шкала намного облегчает восприятие анимационной карты читателем. Также она позволяет производить необходимые временные измерения, что расширяет круг информации, получаемой пользователем. При грамотно сделанной разбивке на временные отрезки шкала может служить не только инструментом измерения, но и инструментом навигации по всему процессу анимации, когда пользователь получает возможность определить, на какой этап анимации ему необходимо перейти.

СЕМАНТИЧЕСКИ ДРУЖЕСТВЕННЫЙ ИНТЕРФЕЙС В ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СПРАВОЧНО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ (ИСА ГИС)

Александр Юрьевич Матерук

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

Елена Степановна Утробина

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры картографии и геоинформатики, тел. 8(383)361-06-35, e-mail: yes1976@yandex.ru

Статья касается вопроса разработки семантически дружелюбного интерфейса в инструментальной справочно-аналитической ГИС (ИСА ГИС), для неподготовленного (с работой в ГИС) пользователя. В ней рассмотрены понятия и классификация интерфейсов, на основе чего сформулированы требования к современному и перспективному интерфейсу ИСА ГИС. Представлены основные элементы дружелюбного интерфейса, которые помогут обеспечить максимально удобное взаимодействие неподготовленного пользователя с программой.

Ключевые слова: инструментальная справочно-аналитическая система, разработка семантически дружелюбного интерфейса ИСА ГИС, понятия и классификация интерфейсов.

SEMANTICALLY FRIENDLY INTERFACE IN THE REFERENCE-ANALYTICAL GIS TOOL

Alexander Yu. Materuk

Ph.D., Assoc. Prof., department of Cartography and GIS, SSGA, 10 Plakhotnogo st., Novosibirsk 630008, phone: 8 (383) 361-06-35, e-mail: materuk@yandex.ru

Elena S. Utrobina

Ph.D., Assoc. Prof., department of Cartography and GIS, SSGA, 10 Plakhotnogo st., Novosibirsk 630008, phone: 8 (383) 361-06-35, e-mail: yes1976@yandex.ru

The paper deals with the development of the semantically friendly interface in the reference-analytical GIS tool for users unfamiliar with this system. The concepts and the classification of interfaces are considered. On this basis the requirements to the up-to-date promising interface of the reference-analytical GIS are stated. The basic elements of the friendly interface, which are to facilitate unskilled users work with the program, are presented.

Key words: reference-analytical GIS tool, development of semantically friendly interface in reference-analytical GIS, concepts and classification of interfaces.

Исследование выполнено при финансовой поддержке ФУП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» 2009-2013 годы (ГК № 02.740.110735).

Современные программно - технологические средства ГИС очень эффективны, но сложны в освоении и применении, поэтому требуют специальной профессиональной подготовки конечных пользователей. Для внедрения ИСА ГИС в различные области знаний и сферы применения, необходимо, чтобы специалисты различных служб, принимающие решения, без особых сложностей и дополнительного целевого обучения могли максимально быстро и естественно осваиваться в родной по существу, но новой, несколько непривычной функционально - терминологической среде используемого программного средства. Тогда такие предметно компетентные, но операционно неподготовленные пользователи начнут быстрее включаться в новую среду и станут успешнее выполнять операции, характерные для профессиональных ГИС, работать с геоданными и проводить анализ нужной пространственной информации. Для этого необходим соответствующий интерфейс, который будет помогать пользователю неискушённому в специфике компьютерных технологий, решать нужные задачи. Особо следует отметить желательность построения, так называемого *дружественного* (подсказывающего) интерфейса в части пространственных запросов, где неподготовленный пользователь стремится сделать свой информационный заказ в обычных, даже обиходных терминах, которые, на самом деле, часто, являются просто размытыми и не совпадающими со строгими однозначными терминами специализированных программных средств. В этой постановке задачи необходимо детально рассмотреть вопрос о том, каким именно должен стать подобный интерфейс для ИСА ГИС.

Интерфейс – это совокупность логических и физических принципов взаимодействия компонентов технических средств вычислительной системы между собой и с внешним субъектом управления (пользователем). Выделяют: внутримашинный интерфейс, представляющий собой систему связи и средств сопряжения узлов и блоков электронно - вычислительной машины (ЭВМ), то есть компьютера, между собой; внешний интерфейс – систему связи системного блока с периферийными устройствами ЭВМ или с другими ЭВМ; пользовательский интерфейс – часть программы, с которой непосредственно взаимодействует пользователь, иначе говоря, часть программы, реализующей функции, отвечающие за взаимодействие с пользователем. Можно также сказать, что пользовательский интерфейс – это совокупность правил взаимодействия пользователя с аппаратно - программными средствами компьютера, по которым пользователь решает свои задачи.

Различают три вида интерфейсов пользователя:

1. Command – интерфейс обеспечивающий строго регламентированное взаимодействие человека с компьютером путем подачи текстуальных команд пользователем и обратной выдачи компьютером сообщений;
2. WIMP (*window, image, menu, pointer*) – графический интерфейс, где диалог осуществляется с помощью аппарата так называемых *окон, картинок (образов, иконок и тому подобного), меню, курсора, всплывающих подсказок* и других элементов того же рода;

3. SILK (*speech, image, language, knowledge*) – интерфейс приближенный к общению в обычной человеческой форме, где компьютер выступает как бы собеседником человека и находит для себя (сам определяет) точные команды, анализируя (почти) свободную человеческую речь и отыскивая в ней ключевые фразы.

Обычный пользователь, в действительности, слабо, знает всю понятийно - терминологическую среду интерфейса, то есть оказывается недостаточно или совсем неподготовленным, и ему остро необходим удобный, адекватный, умный, а лучше сказать – *дружественный* интерфейс, обладающими свойствами интерфейса третьего вида (SILK).

Представляется целесообразным собрать воедино и обобщить все общие требования к интерфейсу современных интерактивных программных систем компьютерной обработки данных, вообще, и справочным системам, в частности. Одновременно с этим, основываясь на имеющемся значительном опыте проектирования и эксплуатации систем пространственного геомоделирования, представляется полезным сразу подработать совокупность таких требований применительно к подобным системам это: *гибкость* (структурная); *раскрываемость* и *разворачиваемость*; *охватность*; *предоставительность*; *привязанность названий*; *простота*; *соотносительность состава*; *естественность*, *понятность*; *откликаемость*; *терпимость* (*снисходительность*) к уровню подготовки пользователя, *привлекательность* (*эстетичность*) и *лёгкость восприятия*; *эргономичность*.

На следующем шаге рассмотрения можно конкретизировать черты интерфейса, который можно было бы назвать *дружественным* интерфейсом именно для ИСА ГИС.

В разработке интерфейса первой встаёт задача тщательного и всестороннего налаживания перехода от предметного (потребительского) языка пользователя к языку инструментальной области пространственного моделирования. Поскольку термины и толкования предметной области могут существенно отличаться или даже противоречить терминам и толкованиям области пространственного моделирования. Интерфейс не только должен быть, как бы, предельно восприимчивым к языку пользователя и иметь широкий понятийно - лексический кругозор, но и позволять пользователю постепенно обучаться, двигаясь от простейших минимальных схем к более развёрнутым, осваивая систему за минимально возможное время. Сказанное ставит уже более высокую и трудную задачу – создания не просто дружественного, а *семантически дружественного* интерфейса.

Для ИСА ГИС в первом приближении можно предложить следующий состав семантически дружественного интерфейса это: *словарь - справочник (гlossарий)*; *всплывающие подсказки*; *расширенный (смысловой) поиск*; *сословник (синонимический словарь)*; *дерево (возможных) действий* – контекстную схему процесса.

Стремясь к упрощению интерфейса, повышению его понятности для использования его потребителями различных профессиональных категорий, к

сожалению, невозможно остаться в таком понятийно - лексическом поле, которое бы полностью совпадало с таким же полем у каждого потребителя (пользователя) в его сфере. Это вызвано тем, что процесс создания карт, их анализ, и, соответственно, язык компьютерной картографической информатики, существенно специфичны. Поэтому каждый пользователь нуждается в *словаре - справочнике* с толкованием специализированных терминов (*гlossарий*).

В нём, как и положено, должны содержаться ключевые термины, употребляемые в картографии и геоинформатике. Но, кроме того, в *гlossарии* ИСА ГИС следует разместить и ключевые отраслевые (предметные, прикладные) термины для тех отраслей, которые, как предполагается, станут пользователями создаваемой системы. Такими отраслями являются, например, социальная сфера, экономика, экология и другие.

Всплывающие подсказки являют собой универсальный инструмент и применимы в разных обстоятельствах. Такая подсказка появляется при подведении курсора к интересующему объекту или в случае недопустимого действия (например, ввода текста вместо числа). Это могут быть подсказки: поясняющие суть команд интерфейса или операций; призывающие к выполнению операции; рекомендуящие наилучшее выполнение следующей операции – что можно / следует вводить дальше предупреждающие.

Интерфейс ИСА ГИС разрабатывался в соответствии с условием использования минимального количества кнопок с короткими и четкими названиями, чтобы не портить восприятие и не пугать сложностью потребителя. Однако не всегда можно найти такое короткое название кнопки, которое бы точно передавало всю суть её функции. Более того, неподготовленный пользователь, как не надписывай ему кнопку в начале работы, часто совсем не знает и не сможет понять её назначения. Во всех таких случаях совершенно необходимо давать пояснения через всплывающие подсказки (они также служат своего рода дополнительным средством обучения интерфейсу). Для создания простого пошагового интерфейса необходимо, чтобы названия команд отражали результат (или продукт или задачу) и в тоже время были просты и понятны пользователю. Здесь также могут помочь всплывающие подсказки. Всплывающие подсказки годятся и в ходе работы с уже упомянутым *гlossарием*. Так пользователю – предметнику во многих случаях мало одного толкования термина геоинформационного (пространственного) моделирования; ему всё-таки не обойтись без дополнительных пояснений. Но отсылать пользователя для прочтения таких пояснений к разделу *Помощь* или *Словарь*, не всегда целесообразно, поскольку непрерывность работ нарушается, внимание пользователя переключается, что снижает эффективность его работы.

Расширенный (смысловой) поиск уже стал штатной функцией в лучших интернет - поисковиках. Основной метод здесь – расширение поиска по всем производным (смежным) словоформам от одной исходной, заданной в запросе. Это позволяет особенно, не задумываясь, достаточно свободно формулировать запрос. Такой механизм очень удобен не только неподготовленному, но и опытному пользователю, поскольку не всегда можно точно запомнить ту единственную базовую форму, в которой записано штатное название операции

или объекта. Задача интернет - поиска практически реализуется через подключаемые специализированные программы – поисковики, которые, в свою очередь, используют также достаточно непростое специализированное лингвистическое программное обеспечение. Это означает, что вопрос о включении расширенного поиска при разработке ИСА ГИС является не столько концептуальным, сколько организационно - техническим.

Понятие расширенного поиска в настоящее время развивается и в сторону подключения синонимии, хотя делается это пока только частично, поскольку семантическая подоплёка синонимии в полном объёме далеко не разработана даже теоретически. Однако синонимию полезно использовать и за рамками расширенного поиска, например, вместе с другими средствами интерфейса. Синонимический ряд может быть предоставлен через тот же аппарат всплывающих подсказок. В показываемом синонимическом ряде пользователь может легко увидеть знакомый эквивалент и, тем самым, сходу понять значение того термина который был ему неясен. Например, пользователь может не знать, что означает команда *конвертировать*. Но, если при наведении курсора на эту команду, ему будет показан соответствующий синонимический ряд, а именно: *конвертация, трансформирование, переформатирование, преобразование, переделка*, то он, наверняка, увидит знакомое, известное ему слово и сразу поймёт смысл того доселе незнакомого ему термина (команды), на котором он остановился.

Необходимо отметить, что возможности синонимии могут задействоваться практически во всех составляющих интерфейса. Например, при запросе пользователя на наличие в базе ИСА ГИС *карты процентного соотношения* объектов, какой - либо определённой категории с общим количеством объектов, это определение требуемой карты может быть проверено в словаре системы на наличие эквивалентов (синонимов). При этом будет установлено, что такая карта имеется, но она просто записана под другим основным названием – *карта удельного веса* заданных объектов или явлений, что по сути своей являет одно и то же.

Организационно - технически программный аппарат синонимии (синонимически словарь – *сословник*) в настоящее время реализуется как самостоятельная единица и оформляется отдельным продуктом (*синонимайзером*), а не является неотъемлемой (скрытой внутри) частью лингвистических программ оперирования словоформами или программ расширенного поиска. Таким образом, программные синонимайзеры (сословники) можно использовать отдельно и включить в состав программного обеспечения ИСА ГИС.

Дерево (возможных) действий или контекстная схема процесса является востребованным и полезным средством. Оно позволяет увидеть за рамками текущей операции более широкую картину процесса. Увидев полную схему процесса можно найти и точку процесса, в которой ты находишься, оценить проделанную работу и полученные результаты, обозреть варианты дальнейшего движения работ и решить, что делать дальше и так далее. Необходимость в таком средстве очевидна, особенно для многошаговых вариативных процессов,

к которым относятся и процессы, связанные с картографическими моделями и геоинформационными услугами. Такая необходимость может возникнуть даже у опытного пользователя.

Выработанный подход к построению интерфейса систем вида ИСА ГИС, разумеется, нуждается в практической апробации, но все его черты, так или иначе, уже видны в современных, наиболее передовых информационных системах.

© А.Ю. Матерук, Е.С. Утробина, 2012

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К СОДЕРЖАНИЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

Ольга Владимировна Горобцова

ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная геодезическая академия», 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, директор Центра маркетинговых коммуникаций и развития дополнительного профессионального образования тел. (383) 343-25-21, e-mail: igimov@mail.ru

Рассматриваются основные подходы к формированию и содержанию образовательных программ, которые ориентированы на использование геоинформации при развитии информационного общества на основе требований к специалистам со стороны реального сектора экономики.

Ключевые слова: образовательная программа, информационное общество, геоинформация, реальный сектор экономики.

BASIC APPROACHES TO GIS EDUCATIONAL PROGRAMS CONTENTS

Olga V. Gorobtsova

Director of the Center of Marketing Communications and Development of Additional Vocational Training, Siberian State Academy of Geodesy, 10, Plakhotnogo Str., Novosibirsk, 630108, Russia, phone: (383) 343-25-21, e-mail: igimov@mail.ru

Summary: Basic approaches of formation and content of educational programs focusing geoinformation usage when developing information society on the basis of real sector of economy requirements to experts are considered.

Key words: educational program, information society, geoinformation, real sector of economy.

В современную эпоху глобализации во многих странах мира благодаря IT-технологиям реализуются проекты, способствующие формированию новых моделей для эффективного управления территориями и государствами. Это «Цифровой мир», «Цифровой город», «Электронное государство» [1].

В Российской Федерации в рамках Федеральной целевой программы реализуется целый ряд подобных проектов – это «Электронная Россия», «Электронное правительство», «Электронный документооборот». Все это стало возможным благодаря переходу к инновационной экономике. Сложная демографическая ситуация по-новому ставит задачу о смене парадигмы и выборе приоритетов кадровой политики на ближайшую и долгосрочную перспективу, ориентированную, прежде всего на снижение доли неквалифицированного труда и повышение его производительности, формирование творческого мышления и развитие частного и государственного партнерства. Решение этой задачи во многом зависит от правильного использования кадрового потенциала, навыков, умений, академической и

профессиональной мобильности человека на каждом уровне учебной и трудовой деятельности, качества и эффективности профессионального образования, его интеграции с наукой, производством и социальной сферой. Для этого требуется комплексная система мер, в том числе и формирование новых образовательных программ, освоение которых позволит раскрыть новые возможности перед обществом для реализации профессиональной деятельности в смежных отраслях жизнедеятельности.

Учебно-образовательные программы по геоинформационной тематике должны не только формировать необходимые базовые знания по основам IT-технологий, по защите данных, но и давать новейшие специализированные знания в предметной области. Обучающиеся в настоящее время должны получить необходимые навыки по созданию трехмерных моделей объектов и территорий с применением технологий наземного лазерного сканирования, а также необходимые основы для получения фрагментов планов и других данных о территориях РФ с помощью геоинформационных систем и геосервисов в Интернете (например, с помощью геопортала). Это шаг в современный новый мир, где каждый объект имеет точные пространственные координаты, необходимые для определения геометрических параметров и социально-экономических и технических характеристик. Именно геопорталы расширяют возможности познания мира современным обществом, а IT-технологии позволяют сделать этот мир реальным.

Важным этапом образовательного процесса является необходимость формирования корпоративной культуры, умение работать в команде. С этой целью в программе должны быть предусмотрены мастер-классы.

Образовательные программы должны быть ориентированы на формирование у обучающихся новых знаний и представлений о развитии и функционировании общества, формирование инновационной культуры и современного мышления для реализации человеческого потенциала с использованием новых возможностей компьютерных технологий в интеграции с геоинформационными системами и новейших средств получения геопространственных данных об окружающем нас пространстве.

Фундаментальные основы построения учебно-образовательной программы должны базироваться на теоретических знаниях современного общества в области компьютерных технологий, геоинформационных систем и их возможностей для формирования новых моделей развития общества и использовании новейших технологий для познания окружающего мира.

Построение таких фундаментальных основ позволит формировать у обучающихся современное инновационное мышление о новых моделях и направлениях развития общества.

Проблема создания новой модели развития современного общества включает множество аспектов, таких, как характер производства и потребление, численность населения, социальное неравенство, выбросы в атмосферу парниковых газов, сохранение лесного покрова планеты и биоразнообразия, сокращение военных расходов и многое другое. В рамках решения этих глобальных задач формируется новое направление – геоинформационное

обеспечение территорий на федеральном, региональном, районном и муниципальном уровнях. Разрабатываются системы ведения земельного, лесного, градостроительного и других кадастров. На основе пространственной информации создаются системы управления промышленными предприятиями и транспортом, а также навигационные системы. Пространственная информация становится основой для формирования новой модели общества на основе компьютерных и ГИС-технологий.

Научно-технический прогресс и переориентация экономики и общества в условиях века информатизации обуславливают новые требования к геоинформационному обеспечению территорий с включением в их арсенал современных измерительных систем, таких, как наземные лазерные сканеры.

В настоящее время на базе и в развитии этих процессов наблюдается появление новых возможностей обеспечения потребителей пространственной информацией о территориях, анализа этой информации, а также новых технологий ее использования и доставки, связанных, в том числе, с интернет-технологиями.

Реализация новых целей и функций геоинформационного обеспечения требует новых методов и подходов к использованию современных достижений научно-технического прогресса.

Геоинформационное обеспечение представляет собой на современном этапе новый, развивающийся на основе компьютерных и геоинформационных технологий, вид деятельности по удовлетворению экономических и общественных потребностей в многоаспектной пространственной информации о территориях и их производных, путем сбора пространственных данных, формирования геоинформации, ее интеграции в единое геоинформационное пространство, мониторинга, моделирования территории, пространственного анализа, подготовки пространственных решений, визуализации с применением компьютерных технологий и распространения [2].

Методологический аппарат геоинформационных технологий прямо или опосредованно связан с различными областями прикладной математики (вычислительной геометрии, аналитической и дифференциальной геометрии, откуда заимствованы алгоритмические решения многих аналитических операций геоинформационных технологий), с машинной графикой, распознаванием образов, анализом сцен, цифровой фильтрацией и автоматической классификацией в блоке обработки цифровых изображений растровых ГИС. Развитие геоинформатики, как профессиональной производственной деятельности, привело к диверсификации единой прежде специальности «геоинформатика» с выделением отдельных профессий и специализаций: ГИС-менеджеров, занимающихся управлением ГИС, ГИС-разработчиков (системных аналитиков, программистов, проектировщиков) и ГИС-пользователей. Современная геоинформатика представляет собой научную дисциплину, которая изучает пространственные свойства геопространства и составляющих его пространственных предметов методом геоинформационного моделирования. Геоинформатика начинается с моделирования пространственных предметов с использованием геоинформации, полученной

специалистами разных наук и отраслей народного хозяйства одного и того же геопространства. В геоинформационных моделях пространственных предметов моделируются только их пространственные свойства. Все прочие свойства используются для разграничения предметов по их типам, то есть для их классификации, не моделируются и имеют справочное значение.

С прикладной точки зрения, геоинформатика – это современный мощный инструмент межатраслевого исследования пространственных свойств геопространства. При этом потребитель, специалист-отраслевик, предоставляет свою геоинформацию и ставит условия задачи: какие пространственные предметы и каких отраслей надо исследовать на пространственное расположение, какие модели необходимо представлять. Анализ и интерпретацию результатов геоинформационной обработки осуществляют с помощью компьютерных технологий с применением современных многофункциональных ГИС-программ. Визуализация территории с помощью компьютера возможна на основе цифрового картографического изображения, получаемого по результатам натурных измерений территории с помощью современных автоматизированных методов, к которым относится технология наземного лазерного сканирования. Фундаментальные основы этого молодого направления базируются на измерениях с высокой скоростью расстояний от сканера до точек объекта и регистрации соответствующих направлений и формированием облака точек, позволяющего в дальнейшем после обработки формировать реальные метрические трехмерные модели окружающего пространства. Достоинством этих моделей является наличие большого объема избыточных измерений, которые позволяют манипулировать параметрами точности. А это, в свою очередь, является важной основой для построения точной модели геопространства той или иной территории. Сегодня становится совершенно очевидным, что геопространственные данные являются интегральной основой функционирования различных отраслей народного хозяйства, они являются остовом для построения различных тематических моделей.

В настоящее время в Сибирской государственной геодезической академии реализуется целый комплекс образовательных программ в рамках курсов повышения квалификации и программ профессиональной переподготовки, которые содержат различные разделы геоинформационного образования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпик А.П., Лисицкий Д.В. Электронное геопространство – сущность и концептуальные основы // Геодезия и картография. – № 5. – 2009. – С. 41–44.
2. Карпик А.П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий: монография. – Новосибирск: СГГА, 2004. – 260 с.

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНТЕРФЕЙСА В ПРОЕКТИРОВАНИИ ДИЗАЙНА ВЕБ-ГИС

Валерий Викторович Мандругин

Сибирская государственная геодезическая академия, аспирант кафедры картографии и геоинформатики, ФГБОУ ВПО СГГА, инженер-программист ЦТТ ФГБОУ ВПО СГГА, тел. (953)769-23-29, e-mail: v.v.mandrugin@ssga.ru, web-ompd@mail.ru

В статье рассматриваются некоторые психологические аспекты интерфейсов веб-приложений. Рассматриваются вопросы о поведении человека на веб-ресурсе, и что влияет на его действия во время пребывания на сайте. А так же как эти исследования применимы непосредственно к дизайну веб-ГИС.

Ключевые слова: веб-ГИС, интерфейс, дизайн, психологические аспекты.

PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF INTERFACE IN WEB-GIS DESIGNING

Valery V. Mandrugina

A post-graduate student, Department of Cartography and GIS, SSGA, 10 Plakhotnogo st., Novosibirsk 630008, phone: 8 (383) 361-06-35, e-mail: v.v.mandrugin@ssga.ru, web-ompd@mail.ru

The efficiency and quality of the user's work with some programs or software package depends greatly on whether the software product is usable and the interface understandable. The things we don't usually take notice of may be irritating and exhausting. The paper puts forward some psychological aspects to pay attention to while designing ergonomic interface of web-GIS.

Key words: main psychological aspects, web-GIS design, designing ergonomic interface of web-GIS.

Люди часто воображают себя рациональными, рассудительными и полагают, что их решения – результат тщательного обдумывания. Действительность же такова, что сайт, который пользователи выбирают, решение, которое они принимают – это решения и действия, совершаемые бессознательно. И хотя в некоторых аспектах эти решения действительно принимаются исходя из рациональных принципов, зачастую многие решения продиктованы эмоциями, а другие определяются теми структурами мозга, которые не поддаются рациональному контролю. Многие решения, поступки и реакции управляются ментальными процессами, о которых пользователи и представления не имеют.

Согласно курсу нейробиологии действия пользователей в Интернете во многом определяются теми структурами мозга, которые мы называем «подсознанием». Для простоты человеческий мозг представляют разделенным условно на три части:

- Древний мозг – эта часть мозга постоянно сканирует окружающий мир, определяя возможные угрозы безопасности, также отвечает за действия, совершаемые автоматически – такие, как пищеварение, ходьба или дыхание;
- Средний мозг – центр эмоций. Благодаря этой структуре мозга человек обладает чувствами и совершает импульсивные покупки;
- Новый мозг – иначе говоря, лобные доли. Эта часть мозга появилась у человека в процессе эволюции, она отвечает за речь, обработку символов, чтение, игру на музыкальных инструментах, рациональное мышление, планирование и т.д. Ученые считают, что именно лобные доли отличают человека от животного.

В настоящее время многие суждения о мышлении сводятся к тому, что в основном люди «думают» неосознанно. Когда человек говорит, что он «ни о чем не думает», он просто не может сконцентрироваться на том, о чем он думает. По сути своей человек обречен думать постоянно: оценивать окружающий мир, воспринимать информацию, принимать решения и т.д. И все это минуя основное сознание. В 2002 году Уилсон (Wilson) дал определение бессознательного: «Мыслительный процесс, который недоступен рациональному сознанию, но оказывает влияние на суждения, чувства и поведение... стереотипы, которые упрощают взаимодействие с окружающим миром, вызывают быстрые поведенческие реакции».[1]

Поскольку бессознательное происходит бессознательно, трудно оценить все, что оно дает человеку. По оценке нейробиологов, человеческий мозг ежесекундно получает от пяти органов чувств около 11 миллионов сигналов, в то время как сознание обрабатывает не более 40! Остальные же сигналы обрабатываются подсознанием. Человеческое подсознание – это уникальный по эффективности инструмент, который говорит нашему сознанию, на что следует обращать внимание, а что можно проигнорировать.

Рэн Р. Хассин (Ran R. Hassin) в 2005 году писал: «Автоматические когнитивные процессы – это внутренняя автоматизация, которая помогает нам ориентироваться в мозаичном и сложном окружении путем выделения из него легко усваиваемых фрагментов. Они освобождают наше сознание, имеют очень невысокую пропускную способность, от этого тяжелого бремени». [1]

Итак, чтобы заставить пользователя использовать ту или иную функцию веб-ГИС, посмотреть фотографии определенных мест, оценить их, оставить отзыв и т.п. надо убедить его, что он этого хочет. Но не стоит впадать в заблуждение, полагая, что лучший способ это – провести логичную и рациональную презентацию. Поведение пользователя и принятие решений в большинстве своем определяются подсознанием. Это означает, что владельцы сайтов, в данном случае разработчики веб-ГИС, должны заинтересовать не только «новый мозг», но также и древний, и средний мозг. Пользователю хочется думать, что он принимает осмысленные решения, даже если на самом деле это не так. Эффективный веб-сайт воздействует сразу на три составные части мозга и если это воздействие происходит правильно, то пользователь делает то, что хотят разработчики.

В настоящее время много различных веб-ГИС, предоставляющих различную информацию. Они, прежде всего, ориентированы на картографическую информацию, но это их никак не выделяет на общем фоне подобных ресурсов и веб-приложений. Чтобы пользователь запомнил веб-приложение и выделил его из большого количества других, оно должно быть в чем-то уникальным. Это может быть удобство, специфичные функции, средства пространственного анализа и т.д. Допустим, веб-ГИС ориентирована на туризм и зоны отдыха. Пользователь заходит на ресурс и видит множество мест, предлагаемых системой, их адреса и как к ним проехать, но как он может сделать выбор, если все их он видит впервые?

Первый вариант: он может опросить несколько десятков случайных прохожих, что они думают о том или ином месте отдыха в течение нескольких дней. Но, их мнения не вызовут у него никакого доверия, так как эти люди ему абсолютно незнакомы.

Второй вариант: пользователь может сэкономить массу времени, прочитав отзывы и оценки о различных местах отдыха на ресурсе веб-ГИС, выбирая указанное место на карте. Стоит отметить, что в Интернете доверие к незнакомым людям в разы выше, чем в реальности. Пользователи страстно будут читать отзывы и определять, куда и когда они поедут отдыхать. Почему? Ответ прост: в реальности на мнение, которое выскажет человек, влияет множество факторов, начиная от окружающей обстановки и заканчивая оппонентом. В то время как в Интернете они просто оставляют отзыв не считаясь с тем, кто и при каких обстоятельствах это будет читать.

Если место отдыха получило одну звезду из семи возможных, пользователь не будет его долго рассматривать. Это явление называется социальным одобрением.

Отзывы и рейтинги влияют на подсознание пользователя в рамках механизма социального одобрения. И также придают рациональную окраску его интуитивному выбору. Какие либо технические аспекты гостиничных комплексов или отелей, графики уровня обслуживания персонала и т.п. оставляют шанс пользователю сказать самому себе, что он принял мудрое осмысленное решение. Наиболее эффективны рейтинги и оценки, в которых есть какой-то рассказ. По мнению психологов, это создает впечатление личного знакомства с рассказчиком и повышает доверие к его словам. В идеале необходимо предоставлять больше информации о рассказчике, нежели его имя и место жительства.

Психологи выявляют 4 степени доверия к рассказу (в порядке убывания):

1. Больше всего на пользователей воздействуют история, рассказанные людьми, которых они лично знают. Эта ситуация крайне редка, чтобы пользователь читал онлайн отзыв, оставленный действительно известным ему человеком;

2. Менее эффективны отзывы людей, которых пользователь не знает лично, но все-таки может явственно представить ввиду наличия персональной информации и имени. Степень доверия увеличивается, если пользователь читает не просто оценку, а рассказ;

3. Еще менее эффективен отзыв, который пользователь не может персонифицировать, но в котором есть связная история;

4. Наименьшее влияние на пользователя оказывает голая оценка, поставленная неизвестным автором, о котором он ничего не знает.

Таким образом, при проектировании веб-ГИС необходимо учитывать психологическую составляющую. Например, ввести фотоальбомы пользователей, чтобы они могли прикреплять к местам отдыха свои фотографии и писать отчеты, наполняя базу веб-ГИС и оценивать те или иные базы отдыха. Оставлять отзывы о маршрутах, вести рейтинги дорог, посещаемость памятников архитектуры и т.д. Обобщая выше сказанное, веб-ГИС должны иметь активную социальную часть для интерактивного взаимодействия с пользователями.

В завершении статьи хотелось бы обратить внимание на то, что при проектировании интерфейсов веб-ГИС не стоит пренебрегать психологической составляющей. Благодаря этой составляющей можно повысить эффективность использования функциональной части системы и привлечь большое число пользователей, что в результате создаст большой положительный экономический эффект.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Уэйншек, С. Интуитивный веб-дизайн / Уэйншек С. пер. с англ. Т. Л. Павловой – М.: Эксмо, 2011. – 160 с.

© В.В. Мандругин, 2012

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕРМИНАЛЫ КАК ЧАСТЬ ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Максим Александрович Малиновский

ФГБОУ ВПО Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плеханова 10, ведущий инженер кафедры кадастра, тел.344-31-73, e-mail: mk26@ngs.ru

Александр Леонидович Малиновский

ФГБОУ ВПО Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плеханова 10, к.т.н., доцент кафедры геодезии, тел.344-36-60

В статье дан сравнительный анализ существующих элементов геоинформационной инфраструктуры Европейских стран и России. Предлагается идея создания и дальнейшего внедрения, интерактивных геоинформационных (ГИС) - терминалов, объединенных в единую систему, предназначенных для обеспечения различной информацией и удобства ориентирования гостей и жителей города.

Ключевые слова: геоинформационный терминал, Новосибирск, достопримечательности, электронная карта, лайтпостер (light poster), креативность, ГИС, культурно-историческое наследие.

GIS TERMINALS AS A PART OF A CITY INFRASTRUCTURE

Maxim A. Malinovsky

lead engineer, department of cadastre, Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo st., 630108, Novosibirsk, phone: 3443173, e-mail: mk26@ngs.ru

Alexander L. Malinovsky

Ph.D., Assoc. Prof., department of geodesy, Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo st., 630108, Novosibirsk, phone: 3443660

The comparative analysis of the existing GIS infrastructure elements of European countries and Russia is presented. The author puts forward the idea of creation and further introduction of GIS terminals, integrated in the uniform system, to provide information for the guests and citizens of the city and help them with finding the way.

Keywords: GIS terminal, Novosibirsk, places of interest, electronic map, light poster, creativity, cultural and historical heritage.

Наверное, каждый оказывался в ситуации, когда, находясь в своем или чужом городе, нуждался в получении определенной информации: необходимо было найти точный адрес, посетить недавно открывшееся кафе или ближайший кинотеатр, осмотреть наиболее интересные достопримечательности города. Однако, зачастую ситуация усложнялась тем, что с собой не было карты, путеводителя или GPS-навигатора. Конечно, в этом случае можно прибегнуть к помощи прохожих, но это не всегда удачная идея, потому, что вы рискуете получить недостоверную информацию.

Становится очевидным, что в инфраструктуру информационного обеспечения мегаполиса необходимо внедрение сетевых интерактивных ГИС-терминалов, обеспечивающих пользователя необходимыми данными.

В странах Европы, где хорошо развит туристический бизнес, эта проблема давно является актуальной и в некоторой степени решена. Например, на улицах Германии для удобства ориентирования туристов установлены специальные конструкции - так называемые лайтпостеры (light poster, рекламный щит) с внутренней подсветкой, или круглые информационные тумбы, где вместо привычной рекламы представлена подробная план-схема города или района, с указанием места, в котором вы находитесь (рис. 1).



Рис. 1. Лайтпостер в городе Кельн

Благодаря удачно подобранному масштабу и высокой степени генерализации на плане хорошо видны названия улиц с номерами домов, указаны наиболее значимые культурно-исторические достопримечательности, театры, музеи и популярные кафе. Более того, в городах Германии, на каждой остановке общественного транспорта, кроме рекламных плакатов, установлены стенды с перечнем всех видов транспорта и подробной схемой маршрутов на фоне карты города.

С точки зрения туриста, такая схема – это «компас», который в первую очередь поможет человеку не заблудиться в незнакомом городе. Отчасти это - гид, информирующий о расположении ближайших к вам достопримечательностях. И, также как настоящий компас безошибочно показывает направление на Север, лайтпостер поможет найти верное направление к нужной вам цели.

Подобные элементы геоинформационной инфраструктуры необходимы каждому крупному мегаполису. По данным Росстата на 1 января 2011 г. в Новосибирске проживает почти 1.5 миллиона жителей. Более того, каждый год

наш город посещают сотни тысяч туристов. Несмотря на свой сравнительно молодой возраст, Новосибирск успел обзавестись богатым культурно-историческим наследием, достойным внимания гостей и жителей нашего города. Поэтому заимствовать опыт Европейских стран по созданию и внедрению элементов геоинформационной инфраструктуры в городе, было бы весьма полезно.

В настоящее время мы можем наблюдать лишь первые попытки создания подобных элементов в нашем городе:

1. Несколько лет назад, рядом с Сибирской Государственной геодезической академией был установлен лаитпостер с план-схемой Ленинского района. С точки зрения оформления и информативности у него не было недостатков, но отсутствие антивандальной защиты, к сожалению, сделало его недолговечным.

2. В Новосибирском метрополитене размещены информационные щиты, где на отдельной части крупномасштабного плана района показаны выходы из станций. Несмотря на крупный масштаб исполнения, предложенные план-схемы малоинформативны, поскольку не все здания, присутствующие на плане пронумерованы, не показаны культурно-исторические достопримечательности, которые представляют самостоятельный интерес для пользователей и которые могли бы быть хорошими ориентирами на местности, и, кроме того, данные план-схемы демонстрируют слишком маленькую по площади территорию.

3. Другой пример весьма неудачной попытки интеграции карты в городскую среду можно увидеть в нескольких шагах от администрации Ленинского района Новосибирска. В самом центре, рядом с доской Почета размещена схема границ административного района, к сожалению довольно примитивная в информативном плане, к тому же, она мало привлекательна с точки зрения эстетики.

Необходимо избегать давно устаревших стандартов, научиться мыслить креативно, т.е. находить творческие решения при создании таких элементов геоинформационной инфраструктуры, которые будут одновременно и украшением знаковых мест нашего города, и станут действительно полезными для гостей и жителей Новосибирска.

Например, рядом со зданием администрации районов можно установить стенды, оснащенные внутренней подсветкой и профессионально выполненной картой, на которой будут отчетливо видны названия улиц с номерами домов, показаны маршруты общественного транспорта, нанесены наиболее значимые достопримечательности для каждого района. Так, для Ленинского района особое внимание необходимо уделить одному из самых величественных памятников Новосибирска – мемориальному комплексу, посвященному подвигу сибиряков в Великой Отечественной войне. Отдельный стенд, с красиво оформленной картой Монумента Славы, дополненной иллюстрациями и описанием каждого объекта, не просто украсит центр Ленинского района Новосибирска, но и станет примером культурно-патриотического воспитания молодого поколения.

В настоящее время на каждой площади и улице Новосибирска установлены сотни рекламных щитов различного содержания и всевозможных вариантов исполнения. Зачастую, они дублируют рекламу, которая каждодневно идет по телевизионным каналам города (рис. 2). И, к большому сожалению, нет ни одного информационного лайтпостера с простейшим планом города или конкретного административного района.



Рис. 2

Безусловно, необходимо кардинально менять сложившуюся ситуацию в инфраструктуре мегаполиса, и не только лишь заимствуя опыт зарубежных стран. Очевидно, что современные компьютерные и инженерные технологии позволяют успешно интегрировать геоинформационные системы в городскую среду. Конечной целью такой интеграции станет развитая сеть многофункциональных ГИС - терминалов, оснащенных сенсорным экраном с антивандальной защитой, интерактивной электронной картой города и области, виртуальной клавиатурой для осуществления процедуры поиска нужных объектов на карте и устройством вывода данных на печать. Встроенный тематический рубрикатор позволит максимально быстро получить необходимую пользователю информацию. Пространственная и семантическая базы данных будут регулярно обновляться через единый сервер, что значительно уменьшит затраты по обслуживанию терминалов. Кроме того, применение технологии «клиент-сервер» дает возможность дополнять ГИС - терминалы широким спектром «on-line» функций – от просмотра афиш кинотеатров до заказа столика в кафе.

С помощью интерактивных геоинформационных терминалов можно будет просматривать списки достопримечательностей города, выбирать наиболее интересные для пользователей объекты, получить историческую справку об объектах культурно-исторического наследия, просматривать архивные фотографии, а также определять кратчайший маршрут к интересующим целям экскурсии [1].

Для воплощения в жизнь предложенной нами идеи необходима заинтересованность общественности, административная и финансовая

поддержка со стороны муниципальных властей. Конечно, нельзя полагать, что разработка системы геоинформационных терминалов и размещение в городе лайтпостеров со схемами административных районов поможет решить все задачи. Однако, уже в настоящее время без сомнения можно утверждать, что данная взаимосвязанная система может стать мощным интегрирующим средством для объединения разнородных, разнохарактерных данных и инструментом поиска качественной, достоверной информации, столь необходимой для многих пользователей. Поэтому очевидна актуальность создания и внедрения элементов геоинформационной инфраструктуры в современную жизнь города.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дубровский, А.В. Создание электронного атласа архитектурно-исторических достопримечательностей города Новосибирска [Текст] / А.В. Дубровский, М.А. Малиновский, А.Б. Ирлик // ГЕО-Сибирь-2010. Т. 3. Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью. Ч. 2: сб. матер. VI Междунар. научн. конгресса «ГЕО-Сибирь-2010», 19–29 апреля 2010 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2010. – С. 8–12.

© М.А. Малиновский, А.Л. Малиновский, 2012

ГЕОМОНИТОРИНГ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Владимир Михайлович Лазарев

Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, заведующий кафедрой геодезии, к.т.н., доцент, тел. 8-3822-472-881, e-mail: lazarevvm@mail.ru

В статье исследуются актуальные вопросы решения важной научно-технической проблемы развития и комплексного использования методов геодезического обеспечения геоэкологического мониторинга оползнеопасных территорий с использованием современных геодезических технологий для раннего предупреждения об активизации опасных природных и техноприродных процессов.

Ключевые слова: геоэкологический мониторинг, факторы развития опасных процессов, инженерная защита, зонирование территорий.

GEOMONITORING OF LANDSLIDES PROCESSES IN THE URBANIZED TERRITORIES WITH APPLICATION OF MODERN GEODETIC AND GEOPHYSICAL TECHNOLOGIES

Vladimir M. Lazarev

Tomsk state university of architecture and building 2, Pl. Solyanaya, Tomsk, 634003, Russia, Head of the Geodesy Department of Tomsk State University of Architecture and Building (TSUAB), Associate Professor, Ph.D., e-mail: lazarevvm@mail.ru

In article pressing questions of the decision of an important scientific and technical problem of development and complex use of methods of geodetic maintenance of geoecological monitoring of dangerous processes territories with use of modern geodetic technologies for the early prevention of activization dangerous natural and anthropogenic processes are investigated.

Key words: geoecological monitoring, factors of dangerous processes expansions, engineering protection, zoning of territories.

Существенное улучшение экологического состояния урбанизированных территорий и обеспечение их геоэкологической безопасности возможно только при разработке и реализации комплексных решений для природно-технических систем (ПТС), как единого целого, что невозможно без прогнозирования ожидаемых экстремальных явлений и организации инженерной защиты от их влияния. В связи с этим становится актуальным решение важной научно-технической проблемы развития и обоснования методов как самого геоэкологического мониторинга оползнеопасных территорий, так и системы его геодезического обеспечения с использованием современных геодезических технологий, что требует как разработки теоретических основ контроля за развитием опасных процессов и их раннего предупреждения, так и теоретического обоснования объединения различных геодезических и

геофизических методов и технологий в рамках комплексного геоэкологического мониторинга.

Основополагающим методом изучения оползневых процессов различного генезиса являются геодезический метод, обеспечивающий объективную характеристику пространственных процессов, а геодезический мониторинг дает пространственно-координатную основу для интегрирования других геоэкологических методов и для принятия оптимальных управленческих решений. Актуальность данной тематики подтверждается созданием в рамках международного научного конгресса «ГЕО-СИБИРЬ-2010» постоянно действующего семинара «Раннее предупреждение и управление в кризисных и чрезвычайных ситуациях», ориентированного на применение геодезических методов.

Проблема мониторинга оползневых процессов на урбанизированных территориях актуальна уже давно, но до окончательного ее решения еще далеко. Так например в материалах международной конференции "Инженерная защита территорий и безопасность населения...", 2011 г., г. Москва, прямо говорится, что «в свете происходящих в настоящее время глобальных климатических изменений и все возрастающего усиления техногенной нагрузки на природную среду, представляется необходимым ... разработать способы защиты территорий и обеспечения безопасности населения от различных видов природных опасностей». Выполненный в работе анализ существующих геодезических методов, традиционно используемых для исследования и контроля за такими природными опасностями, как оползневые процессы показал, что оценку состояния и устойчивости ПТС необходимо решать в комплексе на основе системного подхода, который дает возможность своевременно выявить не только начало активизации, но и как указано в работе [2] установить закономерности и особенности развития самих оползневых процессов. Для контроля за развитием глубинных оползневых деформаций, за состоянием самого оползневого массива, его горизонтальными и вертикальными смещениями, а также за деформациями зданий и инженерных сооружений на склоне, необходимо кроме классических методов геодезии применять еще и современные спутниковые геодезические технологии, и геофизические (магнитометрические) методы измерений глубинных оползневых деформаций, и методы статистического моделирования и математического прогнозирования с учетом особенностей движения активных оползней, что потребовало разработки теоретических и технологических основ объединения различных технологий измерений и методов статистического моделирования в рамках комплексной программы геоэкологического мониторинга, что в целом позволяет успешно решить поставленные выше проблемы прогнозирования, раннего предупреждения и управления опасными процессами, так как такая система уже приобретает новые свойства, становится технически более совершенной, результаты одного метода подтверждают результаты другого, значительно повышая достоверность установления закономерностей и прогноза развития опасных процессов, что необходимо для организации инженерной защиты и принятия управленческих решений.

Включение в систему геомониторинга геофизических методов АМКОВ и методов статистического моделирования позволяют, как указано в [2] повысить эффективность геодезических исследований для выявления особенностей и закономерностей динамики оползневых процессов.

При этом развитие и совершенствование геодезических методов изучения оползневых процессов будет безусловно способствовать не только повышению качества проектирования мероприятий по инженерной защите территорий и по обеспечению устойчивости зданий и сооружений, но и повышению результативности методов математического моделирования и прогноза.

Как было установлено, точность определения векторов смещения реперов традиционными способами путем использования метода триангуляции или линейно-угловых построений зависит от точности определения их координат, которая в свою очередь в существенной мере зависит от геометрии геодезической сети, расположения опорных пунктов в сети и их неподвижности и часто не позволяет получить надежных выводов о перемещении грунтового массива в непосредственной близости от жилых домов

В связи с этим для наблюдений за оползневыми процессами в мкр. «Солнечный» были использованы спутниковые методы наблюдений с использованием GPS-приемников, которые позволяют определять пространственное положение объектов на земной поверхности на основе спутниковых геодезических (навигационных) систем. При этом спутниковая сеть, в отличие от традиционной геодезической сети, образует трехмерную пространственную систему с примерно равными по точности координатами. Этот метод дополняет и вытесняет такие классические методы, как полигонометрия, триангуляция, трилатерация и другие. Основным достоинством спутниковых методов измерения является их глобальность, оперативность, всепогодность, оптимальная точность и эффективность. Для измерений не нужна видимость между определяемыми пунктами. При высотах ИСЗ над горизонтом менее 10° ($Z > 80^\circ$) атмосферные задержки сигналов превышают 10 м. Поэтому из наблюдений исключались спутники с высотой $< 15^\circ$. В реальной антенне сдвиг по фазе зависит от направления на спутник, поэтому во всех циклах наблюдений антенна ориентировалась на север.

Наблюдения выполнялись наиболее точным, хотя и трудоемким способом статики. Точность статики зависит от продолжительности измерений и достигает до 1 мм в плане и 2 мм по высоте. Обычно продолжительность наблюдений на паре станций составляла около одного часа. За это время происходило накопление измерений, выполняемых через интервал в 1 секунду. Базисные линии и пространственное положение пунктов опорной линейно-угловой сети определялись в системе геоцентрических координат WGS-84 с использованием комплекта GPS-приемников Legacy-E, (L1+L2), фирмы «JAVAD POSITIONING SYSTEMS» (США). По результатам измерений формировались разности из наблюдений на станциях, а затем по разностям, свободным от многих искажений, вычислялся соединяющий эти станции вектор D:

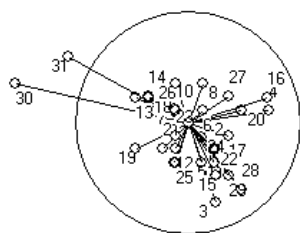
$$\mathbf{D} = (X_B - X_A, Y_B - Y_A, Z_B - Z_A)^T$$

Точность определения наклонных дальностей (длин векторов) между базовыми и определяемыми пунктами, как показано в табл. 2, составила порядка 0,6 мм (предельная – 1,8 мм.)

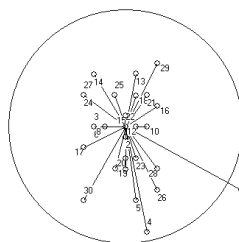
Таблица 2. Результаты спутниковых наблюдений (Distance-Azimuth-Elevation)

№	Stations	Coordinates			Sigmas (mm)		
	from - to	Distance(m)	Azimuth	Elevation	s(D)	s(A)	s(E)
1	reper2-reper1	376.7312	280° 20'31.98"	-0° 1446.22"	2.5	3.2	6.2
2	reper2-reper3	279.3495	114° 29 '31. 03"	0° 1948.38"	0.6	0.6	1.2
3	reper2-reper4	533.2533	121° 12'38.82"	0° 11'36.88"	0.4	0.6	1.3
Mean weight matrix's estimations:					0.6	0.7	1.5

Азимуты (углы) и превышения измерялись с точностью 0,7-1,5 секунды (предельная погрешность 2,1 –4,5 секунды). Результаты измерений смещений реперов № 7 и 13 приведены на рис. 3, где все точки, характеризующие смещения реперов № 7 и № 13 находятся в пределах окружности с радиусом 5-6 мм, что подтверждает ранее сделанные выводы о стабильном положении этих реперов и только в последних циклах наблюдений зафиксированы реальные подвижки реперов.



Репер 13



Репер 7

Рис. 3. Графики горизонтальных перемещений Рп.13 и Рп.7 по результатам спутниковых измерений

Для контроля и для случаев, когда применение спутниковых методов невозможно или затруднено, часть элементов сети (углов и расстояний) измерялась традиционными методами геодезии. Для определения плановых перемещений грунтовых (наблюдательных) реперов в процессе слежения за оползневыми процессами необходимо перейти от геоцентрической системы координат WGS-84 к местной системе плоских прямоугольных координат на плоскости. Дальнейшие исследования позволили на основе анализа изменения пространственного положения центра тяжести совокупности измеренных положений пунктов в циклах наблюдений, как показано на рис. 4, разработать и впервые применить на практике новую методику выявления тренда в медленных смещениях грунтовых реперов с использованием формул (1) на базе

как классических, так и спутниковых измерений, что позволило решить актуальную задачу [2] контроля стабильности пунктов и повысить точность определения координат пунктов опорной сети в несколько раз и значительно уменьшить время и стоимость наблюдений.

Данная методика позволяет оценить случайные погрешности измерений и влияние геометрии опорной геодезической сети на точность определения величины и направления смещения грунтовых реперов и выявить реальные деформации сети. Включение в систему мониторинга магнитометрических методов (АМКОД) контроля глубинных оползневых деформаций позволило заранее предсказать начало активизации оползневых процессов и организовать высокоточные геодезические наблюдения с использованием современных спутниковых технологий. Достоверность результатов исследований подтверждается практической реализацией предложенных методов и моделей при обосновании и практической реализации системы геодезического обеспечения геоэкологического мониторинга оползневых процессов на территории г. Томска.

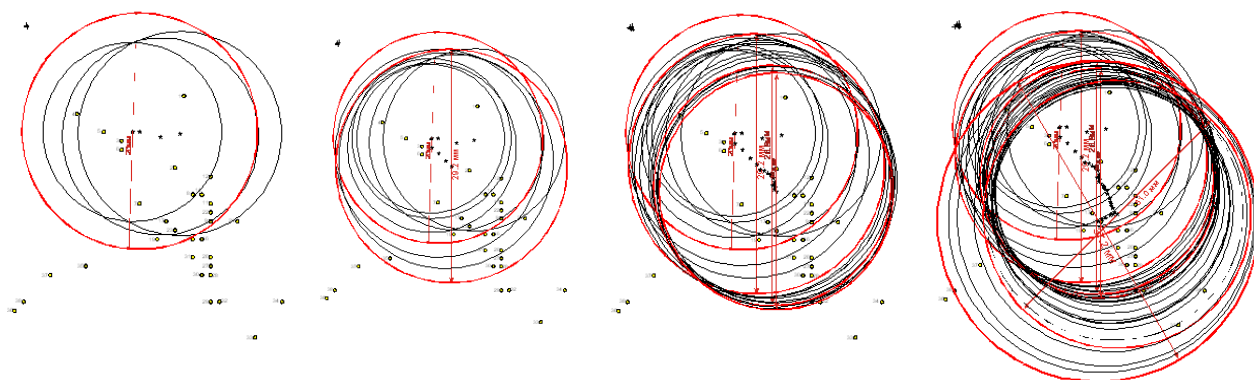


Рис. 4. Оценка стабильности положения пункта опорной геодезической сети при наблюдениях за оползневыми процессами

Таким образом, на практике было доказано, что геодезический мониторинг является важнейшей составляющей системы геодезического обеспечения геоэкологического мониторинга, поскольку обеспечивает его пространственно-временную привязку, являясь координатной основой и позволяет определить факторы, влияющие на состояние и развитие природно-технических систем. Разработанная комплексная технология геодезического контроля за оползневыми процессами и деформациями инженерных сооружений на оползневом склоне позволила выявить взаимно стабильные пункты, что согласно [1] создает условия для содержательного анализа и интерпретации геодинамики оползней. Разработанная система была применена в процессе реализации системы геодезического обеспечения геоэкологического мониторинга на территории г. Томска [2] и доведена до практических рекомендаций при решении градостроительных задач и корректировке генерального плана застройки города Томска с учетом развития опасных природных и техноприродных процессов, непосредственно влияющих на

обеспечение геоэкологической безопасности природно-технических систем на урбанизированных территориях в процессе их эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильев Е.А., Гуляев Ю.П., Павловская О.Г. О повышении эффективности геодезических исследований динамики оползневых склонов.//Геодезия и картография. – 2010. – № 9. – С. 6-9.
2. Ольховатенко В.Е., Рутман М.Г., Лазарев В.М. Опасные природные и техноприродные процессы на территории г. Томска и их влияние на устойчивость природно – технических систем. Томск: Печатная мануфактура, 2005. – 152 с.

© В.М. Лазарев, 2012

СИСТЕМА ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОНИТОРИНГА ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ТОМСКА

Владимир Михайлович Лазарев

Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, заведующий кафедрой геодезии, к.т.н., доцент, тел. 8-3822-472-881, e-mail: lazarevvm@mail.ru

В статье исследуются актуальные вопросы решения важной научно-технической проблемы развития и комплексного использования методов геодезического обеспечения геоэкологического мониторинга оползнеопасных территорий с использованием современных геодезических технологий для раннего предупреждения об активизации опасных природных и техноприродных процессов.

Ключевые слова: геоэкологический мониторинг, факторы развития опасных процессов, инженерная защита, зонирование территорий.

SYSTEM OF GEODETIC MAINTENANCE OF MONITORING OF LANDSLIDES PROCESSES IN THE CITY TERRITORY OF TOMSK

Vladimir M. Lazarev

Tomsk state university of architecture and building 2, Pl. Solyanaya, Tomsk, 634003, Russia, Head of the Geodesy Department of Tomsk State University of Architecture and Building (TSUAB), Associate Professor, Ph.D., e-mail: lazarevvm@mail.ru

In article pressing questions of the decision of an important scientific and technical problem of development and complex use of methods of geodetic maintenance of geoecological monitoring of dangerous processes territories with use of modern geodetic technologies for the early prevention of activization dangerous natural and anthropogenic processes are investigated.

Key words: geoecological monitoring, factors of dangerous processes expansions, engineering protection, zoning of territories.

В последние годы по данным МЧС России количество чрезвычайных ситуаций природного и техноприродного происхождения непрерывно и интенсивно возрастает, что связано с одной стороны с ростом урбанизации, а с другой широким распространением и активизацией опасных природных и техноприродных процессов. Катастрофические процессы приводят к разрушению зданий и сооружений и представляют реальную угрозу для жизни людей. Поэтому вопросы раннего предупреждения об активизации опасных природных и техноприродных процессов для обеспечения геоэкологической безопасности урбанизированных территорий становятся все более актуальными, а природные катастрофы в России включены в число стратегических рисков.

В основу новой стратегии обеспечения геоэкологической безопасности урбанизированных территорий положены три принципа - прогнозирование,

своевременное предупреждение и управление природными опасностями, а не борьба с их последствиями. Реализация указанных принципов требует хорошего знания закономерностей и механизмов развития опасных явлений. Поэтому одной из актуальных проблем обеспечения геоэкологической безопасности жизнедеятельности людей является изучение состояния и устойчивости геологической среды урбанизированных территорий при активизации опасных процессов, из которых исключительное значение приобретает изучение оползневых процессов природного и техноприродного характера.

Основополагающим методом изучения оползневых процессов различного генезиса являются геодезический метод, обеспечивающий объективную характеристику пространственных процессов, а геодезический мониторинг дает пространственно-координатную основу для интегрирования других геоэкологических методов и для принятия оптимальных управленческих решений. Актуальность данной тематики подтверждается созданием в рамках международного научного конгресса «ГЕО-СИБИРЬ-2010» постоянно действующего семинара «Раннее предупреждение и управление в кризисных и чрезвычайных ситуациях», ориентированного на применение геодезических методов.

Существенное улучшение экологического состояния урбанизированных территорий и обеспечение их геоэкологической безопасности возможно только при разработке и реализации комплексных решений для природно-технических систем (ПТС), как единого целого, что невозможно без прогнозирования ожидаемых экстремальных явлений и организации инженерной защиты от их влияния. В связи с этим становится актуальным решение важной научно-технической проблемы развития и обоснования методов как самого геоэкологического мониторинга оползнеопасных территорий, так и системы его геодезического обеспечения с использованием современных геодезических технологий, что требует как разработки теоретических основ контроля за развитием опасных процессов и их раннего предупреждения, так и теоретического обоснования объединения различных геодезических и геофизических методов и технологий в рамках комплексного геоэкологического мониторинга.

Практическое применение результатов исследований оползнеопасных территорий и природно-технических систем (ПТС) на урбанизированных территориях геодезическими методами позволяет реализовать на практике комплексную программу геоэкологического мониторинга за ПТС для раннего предупреждения активизации опасных процессов с целью организации инженерной защиты и предотвращения чрезвычайных ситуаций, что особенно актуально для обеспечения геоэкологической безопасности крупных городов и в частности для г. Томска, на территории которого решением городского координационного экологического Совета определено 33 оползнеопасные зоны, из которых наиболее опасными следует признать оползневой склон в мкр. «Солнечный» и район Лагерного сада на берегу р. Томь. Развитие оползневых процессов на этих участках наносит огромный ущерб городскому хозяйству из-за

деформации и разрушения существующих зданий и инженерных сооружений, что потребовало принятия на территории Томской области закона «Об оползневых зонах, расположенных в границах городских и сельских районов Томской области».

Таким образом геоэкологические проблемы оползнеопасных территорий приобретают исключительно важное значение и требуют самого пристального внимания к их решению, а разработка в рамках данной работы системы геодезического обеспечения геоэкологического мониторинга оползневых процессов для их изучения, моделирования и прогнозирования во времени и пространстве с позиций опасности и риска для инженерных сооружений и геоэкологической безопасности жизни людей является в настоящее время весьма актуальной научно-практической задачей. При этом развитие и совершенствование геодезических методов изучения оползневых процессов будет безусловно способствовать не только повышению качества проектирования мероприятий по инженерной защите территорий и по обеспечению устойчивости зданий и сооружений, но и повышению результативности методов математического моделирования и прогноза.

Рассмотрим на примере г. Томска особенности применения традиционных методов геодезии для целей геодезического контроля за оползневыми процессами и их влиянием на состояние жилых домов, расположенных непосредственно на краю оползневого склона в мкр. «Солнечный», на территории которого оползневые процессы резко активизировались в 1996 г. Активизация оползневых процессов вызвала не только смещение грунтового массива в мкр. «Солнечный», на южном склоне которого располагаются два 10-этажных панельных жилых дома, но и разрушение капитальных гаражей, построенных в качестве поддерживающего сооружения в непосредственной близости от жилого дома № 89, две секции которого были признаны аварийными и расселены.

В процессе внедрения системы геодезического обеспечения комплексного геоэкологического мониторинга за оползнями южного склона мкр. «Солнечный» в г. Томске и расположенными на склоне 10-этажными панельными жилыми домами ранее была создана специальная опорная геодезическая сеть, показанная на рис. 1, которая использовалась как каркасная основа системы геодезического обеспечения геомониторинга. Пунктами данной сети служат грунтовые реперы. В качестве исходных (опорных) приняты грунтовые реперы 15, 16, заложенные вне зоны оползневых процессов.

Данная геодезическая сеть уравнивалась с использованием программы «АРМИГ-РС» как линейно-угловая. По результатам уравнивания получены следующие точностные характеристики: средняя квадратическая ошибка измерения угла по формуле Ферреро- $m_\beta = 4,02''$; средняя квадратическая ошибка единицы веса (направления)- $\mu = 2,36''$; максимальная средняя квадратическая ошибка стороны $m_s = 5,1$ мм. Результаты уравнивания показали, что расхождения координат δ_x и δ_y , определенных разными способами для идентичных реперов не превышают погрешностей их определения. В табл.1 для примера приведены средние квадратические погрешности m_x , m_y , m_{xy} определения координат и

положения пунктов по результатам уравнивания только линейно-угловой сети, вычисленные специальной программой "АРМИГ-РС" по формулам:

$$m_{x_j} = \mu \sqrt{Q_{x_j}}; \quad m_{y_j} = \mu \sqrt{Q_{y_j}}; \quad m_{xy_j} = \sqrt{m_{x_j}^2 + m_{y_j}^2},$$

где μ - ошибка единицы веса, характеризующая качество выполненных измерений; Q_{x_j} , Q_{y_j} -диагональные элементы весовой матрицы, характеризующей геометрию сети.

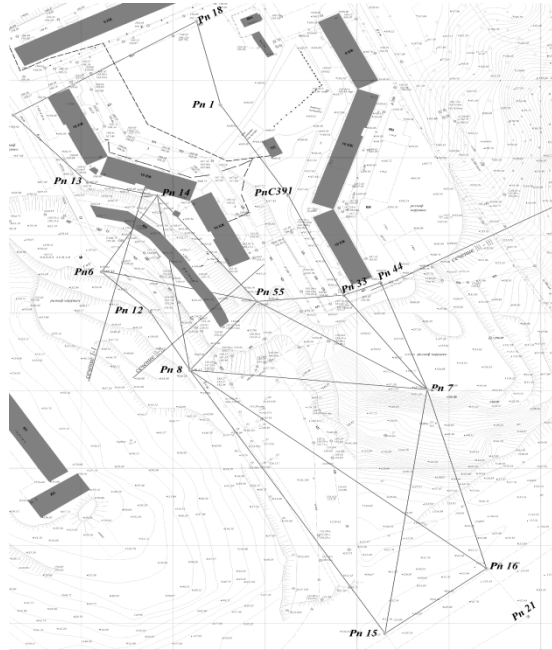


Рис.1. Схема опорной геодезической сети для наблюдений за оползневым склоном и жилыми домами

Таблица 1. Результаты уравнивания линейно-угловой сети

№№ пунктов	Усл.кордин. Х, м.	δ_x	Усл.кордин. У, м.	δ_y	m_x , мм	m_y , мм	m_{xy} , мм
7	451,416	5	287,069	3	4,0	1,8	4,4
8	462,018	4	462,964	7	4,4	4,6	6,4
55	507,206	5	197,172	5	5,5	4,0	6,8
6	525,435	6	111,518	9	6,4	6,4	9,1
14	574,396	8	140,713	8	8,1	5,8	10,0
13	584,217	10	104,188	11	8,6	7,1	11,2

Число направлений в сети-34,
Измеренных сторон – 19,
Всех измерений – 53,
Необходимых измерений–14,
Избыточных измерений-39.

Согласно интервальной оценке точности для истинных значений координат X, Y запишем

$$x - t m_x < X < x + t m_x$$

$$y - t m_y < Y < y + t m_y$$

где коэффициент t выбирают из таблиц распределения Стьюдента. Для числа степеней свободы в данной сети $\nu=39$ и доверительной вероятности $P = 0.95$ он равен $t = 2,0$. Тогда для наиболее слабого места сети - гр.рп 13- при $m_x = 8,6$ мм, $m_y = 7,1$ мм (табл.1) будем иметь

$$x - 17,2 \text{ мм} < X < x + 17,2 \text{ мм},$$

$$y - 14,2 \text{ мм} < Y < y + 14,2 \text{ мм}.$$

Отсюда следует вывод, что координаты пункта сети гр.рп.13 от цикла к циклу могут изменяться в пределах 25 - 30 мм., а предельное значение средней квадратической ошибки положения пункта сети при $m_{xy} = 11,2$ мм равно $m_{\text{пред}} = t \cdot m_{xy} = 2 \cdot 11,2 \text{ мм} = 22,4 \text{ мм}$. То есть с доверительной вероятностью $P = 0,95$ следует ожидать попадания центра пункта при нанесении его на план по координатам, вычисленным в разных циклах наблюдений, в окружность погрешностей со средним радиусом $R = t m_{xy} = 2,2 \text{ см.}$, иначе говоря, наибольший интервал, внутри которого вектор смещения репера можно считать случайным, зависящим только от погрешностей определения координат пунктов сети определяется границами от -22 мм до +22 мм. с доверительной вероятностью $P = 0,95$, а при $P = 0,997$ определяется соответственно границами от -33,6 мм до + 33,6 мм. Если при этом учесть, что реальная величина векторов перемещения в плане большинства реперов мала, то фиксируется резкое изменение направления смещения (до 180 градусов), что и наблюдается на практике по результатам традиционных измерений.

В связи с тем, что координаты грунтовых реперов искажены неизбежными погрешностями измерений, то определение величины и направления плановых смещений реперов по результатам наблюдений в соседних циклах при их небольших абсолютных значениях будет недостоверным. Это связано с тем, что в результате таких вычислений при отсутствии явных перемещений, последние будут находиться в пределах окружности погрешностей определения положения пункта сети. Поэтому если величина смещения репера меньше двойной погрешности определения положения пункта сети или незначительно превышает ее, то делать заключение о наличии смещения репера по незначительному изменению координат в двух смежных циклах нельзя. По этой же причине нельзя за начало вектора смещения репера принимать координаты, полученные только по результатам первого цикла наблюдений, так как нет никаких оснований считать первое измерение безошибочным.

В связи с этим для выявления действительных смещений реперов была разработана специальная методика, позволяющая выделить реальные перемещения реперов и отделить погрешности измерений от смещений реперов, используя центральные координаты $X_i^* = X_i - X_0$; $Y_i^* = Y_i - Y_0$, где координаты центра тяжести совокупности измеренных положений пункта в циклах наблюдений определяются по формулам

$$X_0 = \frac{x_1 m_1 + x_2 m_2 + \dots + x_n m_n}{nm}; \quad Y_0 = \frac{y_1 m_1 + y_2 m_2 + \dots + y_n m_n}{nm} \quad (1)$$

По этим координатам и строятся графики изменения положения реперов с началом координат в точке (X_0, Y_0) . На графики накладываются окружности погрешностей с радиусами $R = t m_{xy} = 2 m_{xy}$, вычисленные для каждого пункта сети. Если все точки последовательно попадают в окружность погрешностей, то нет оснований предполагать плановые смещения реперов, поэтому выбирается их центр тяжести (распределения), который и принимается за начало вектора смещения репера. Относительно этого центра тяжести и определяется явное смещение положения реперов по отношению к другим циклам наблюдений, если величина смещения превышает $R = 2 m_{xy}$, в противном случае нет оснований предполагать плановые смещения реперов и координаты из таких циклов используются для уточнения реального положения пункта.

Для примера на рис.2 приведены результаты анализа горизонтальных перемещений гр.рп.7 и 13 линейно-угловой сети, созданной на оползневом склоне в мкр. «Солнечный» г.Томска как по условным координатам, так и по центральным, то есть приведенным к центру распределения координат репера. Таким образом точность определения векторов смещения реперов традиционными способами путем использования метода триангуляции или линейно-угловых построений зависит от точности определения их координат, которая в свою очередь в существенной мере зависит от геометрии геодезической сети, расположения опорных пунктов в сети и их неподвижности и согласно табл. 1 изменяется от 8,8 мм до 22,4 мм, что не позволяет получить надежных выводов о перемещении грунтового массива в непосредственной близости от строений.



Рис. 2. Схема плановых перемещений гр. рп. 7 и 13 по условным и центральным координатам

В связи с этим для наблюдений за оползневыми процессами в мкр. «Солнечный» были использованы спутниковые методы наблюдений с

использованием GPS-приемников, которые позволяют определять пространственное положение объектов на земной поверхности с использованием спутниковых геодезических (навигационных) систем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Васильев Е.А., Гуляев Ю.П., Павловская О.Г.* О повышении эффективности геодезических исследований динамики оползневых склонов.//Геодезия и картография.-2010. – № 9. –С. 6-9.
2. *Ольховатенко В.Е., Рутман М.Г., Лазарев В.М.* Опасные природные и техноприродные процессы на территории г. Томска и их влияние на устойчивость природно–технических систем. Томск: Печатная мануфактура, 2005. – 152 с.

© *В.М. Лазарев*, 2012

ТЕМАТИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЛЕСОВ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ (НА ПРИМЕРЕ СРЕДНЕГО ПРИАНГАРЬЯ)

Александр Вячеславович Коптев

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, аспирант кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. 8 (3952) 686-186, koptev@istu.edu

В статье рассмотрены задачи оценки состояния лесов, решаемые по материалам аэрокосмических съёмок, в соответствии с нормативными документами и правилами. Предложены картографические результаты решения этих задач на территорию Среднего Приангарья. Изложен перечень спутниковых систем, применяемых при мониторинге состояния лесов.

Ключевые слова: мониторинг лесов, оценка состояния лесов, картографирование лесов, картографо-космический продукт, лесохозяйственная карта, Среднее Приангарье.

THEMATIC MAPPING OF WOODS ON MATERIALS OF REMOTE SOUNDING OF THE EARTH (ON THE EXAMPLE OF AVERAGE ANGARSKI KRAI)

Alexander V. Koptev

National Research Irkutsk State Technical University (ISTU)
664074, Irkutsk, Lermontov st., 83, graduate student Surveying and Geodesy, tel. 8 (3952) 686-186, koptev@istu.edu

In article problems of an estimation of a condition of the woods, solved on materials of space shootings, according to standard documents and rules are considered. Cartographical results of the decision of these problems on territory of Average Angarski Krai are offered. The list of the satellite systems applied at monitoring of a condition of woods is stated.

Key word: monitoring of woods, an estimation of a condition of woods, mapping of woods, a kartografo-space product, a silvicultural card, Average Angarski Krai.

В задачи лесного хозяйства как важнейшей отрасли экономики входят учет лесных ресурсов, сохранение всех полезных свойств леса, рациональная эксплуатация, охрана и восстановление лесов. Выполнение этих задач невозможно без получения полной и объективной информации о состоянии лесных массивов на разных уровнях управления лесами – от лесничества до федерального органа управления лесным хозяйством. В сложившихся обстоятельствах наиболее эффективным способом оценки состояния лесов является аэрокосмическая съемка.

Лесным кодексом предусмотрено проведение государственной инвентаризации лесов аэрокосмическими способами. Аэрокосмические способы при проведении государственной инвентаризации лесов применяются в целях своевременного выявления и прогнозирования развития процессов,

оказывающих негативное воздействие на леса преимущественно в зонах их интенсивного использования [1].

Материалы аэро- и космодосъемки определяются в качестве технической основы лесоустроительных работ. При устройстве малоосвоенных лесов восточных регионов России для инвентаризации труднодоступных и не затронутых хозяйственной деятельностью частей лесного фонда объекта лесоустройства в качестве технической основы предлагается использовать снимки земной поверхности, получаемые с космических аппаратов [1].

Положением о порядке освидетельствования мест рубок главного пользования методом аналитико-измерительного дешифрирования материалов крупномасштабной аэродосъемки в многолесных районах с большим объемом лесозаготовок предусмотрено использование аэрофотоснимков с разрешением 1 м и лучше для установления: состояния лесосеки и 50-метровой полосы, смежной с ней; сохранности подроста, семенных полос, куртин; площади и объема оставленных недорубов; объемов невывезенной древесины; площади неудовлетворительной очистки лесосек от порубочных остатков и др. [2]. Эти положения особенно актуальны в районах интенсивной промышленной лесозаготовки, например в районах Среднего Приангарья.

Большое внимание при мониторинге состояния лесов уделяют пожарной опасности. Обнаружение лесных пожаров из космоса заключается в использовании спутниковой информации в виде космических снимков отдельных, труднодоступных территорий, где не осуществляется регулярное авиатрулирование.

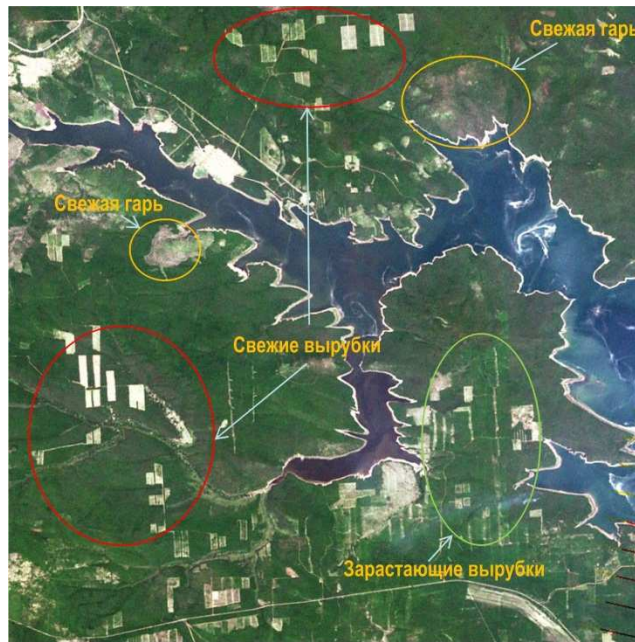
Комплекс средств получения и обработки данных дистанционного зондирования предусматривает:

- а) Средства ведения лесного мониторинга на федеральном и региональном уровнях;
- б) Методы комплексного мониторинга состояния лесного фонда;
- в) Методы фонового мониторинга состояния лесного фонда [3].

В настоящее время основными космическими системами, применяемыми при районировании, инвентаризации лесов, являются сканерные спутники среднего и низкого разрешения (10–90м) WIFS/IRS-1C, IRS-1D, AWIFS, LISS-III/IV/IRS-P6 (Индия), TM/Landsat-5, ETM+/Landsat-7, ASTER/TERRA, ALI, Hyperion/EO-1 (США), HRV/Spot-2, HRVIR/Spot-4, HRG/Spot-5, VEGETATION/Spot-4/5 (Франция) (рис. 1). Кроме того, для проведения лесопатологического мониторинга и для изучения антропогенных воздействий при заготовке древесины применяют спутники более высокого разрешения WorldView-1, QuickBird, Ikonos-2 (США), EROS-A/B (Израиль), Formosat-2 (Тайвань), Ресурс-ДК (Россия). Для обнаружения пожаров в лесах используют спутники очень низкого разрешения (1000-1100м) MODIS/TERRA, AVHRR/NOAA (США). При оценке видового и пространственного размещения массивов леса, а также нарушенных в результате пожаров участков леса используют радарные съемочные системы RADARSAT 1/2 (Канада) [4].



Съёмка 6.08.1991 г.



Съёмка 12.06.2009 г.

Рис. 1. Выявленные изменения состояния лесов на прибрежную часть Братского водохранилища по разновременным космическим снимкам Landsat. Синтез RGB 4:3:2, в натуральных цветах

На основе документов, содержащих требования к использованию материалов ДЗЗ были сформулированы задачи оценки природных ресурсов, применимые к мониторингу и контролю состояния лесов. Тематические задачи оценки состояния лесов, решаемые по материалам аэрокосмической съёмки, представлены в таблице. Решение этих задач может выполняться при осуществлении мониторинга – на этапах наблюдений, оценки, прогноза и разработки рекомендаций для принятия управленческих решений в области лесного хозяйства [4].

Таблица. Характеристики тематических задач оценки состояния лесов, решаемых по материалам ДЗЗ [4]

Тема	Наименование задачи
Районирование лесов	Подразделение лесов по целевому назначению (защитные, эксплуатационные, резервные)
	Лесорастительное районирование (определение лесорастительных зон с относительно однородными лесорастительными признаками)
	Типизация лесных сообществ
Лесоустройство	Определение границ лесов и лесистости территорий
	Оценка породного состава древостоя
	Оценка сомкнутости полога
	Выделение массивов старовозрастных лесов
	Оценка возрастной структуры и продуктивности лесов
	Выделение массивов редколесий, ветровалов
Инвентаризация лесов	Распределение лесов различного целевого назначения по преобладающим древесным породам лесных насаждений, возрасту
	Выявление изменений состояния лесов, происходящих в результате негативных последствий, а также причин, приведших к такому изменению
	Оценка эффективности мероприятий по охране, защите и воспроизводству лесов
Лесопатологический мониторинг	Определение зон слабой, средней и сильной лесопатологической угрозы
	Выявление территорий неудовлетворительного лесопатологического состояния лесов, определения причин его возникновения
	Лесопатологическая таксация
	Прогноз развития наблюдаемых в лесах патологических процессов и явлений, а также проведение оценки их возможных последствий
	Выявление очагов развития вредных организмов
	Определение первоочередных объектов для применения авиационных и наземных способов лесопатологического мониторинга
	Оценка эффективности профилактических, санитарно-оздоровительных мероприятий по локализации и ликвидации очагов вредных организмов
Пожарная опасность в лесах	Оценка пожароопасности лесов
	Определение координат участков возгорания и оперативное наблюдение за лесными пожарами
	Прогноз распространения лесных пожаров
Послепожарная инвентаризация	Выявление гарей и определение их возраста
	Оценка состояния возобновления выгоревших участков леса
Антропогенные воздействия	Выделение участков с различной степенью преобразованности (нарушенности) растительного покрова

Тема	Наименование задачи
промышленности и других объектов	Выявление участков леса, пострадавших от промышленных выбросов
Воздействие при заготовке древесины	Определение освоенности лесных массивов рубками
	Определение типа рубок (сплошные, выборочные)
	Определение площади лесосеки
	Выявление нарушений границ отвода лесосек
	Выявление нарушений норм по ширине и направлению лесосек и рубки
	Выявление несоблюдения установленной ширины семенных полос и куртин
	Оценка состояния мест рубок и выявление нарушений
	Выявление участков сведения лесного покрова в пределах водоохранных зон крупных водотоков (защитных лесов)
	Выявление участков лесозаготовок в пределах особо охраняемых территорий
	Выявление нарушения правил рубок на склонах и нарушение растительного и почвенного покрова, выполняющего функции инженерной защиты грунтов

На основе задач, предложенных в таблице, разработаны картографо-космические продукты на базе тематической обработки данных дистанционного зондирования Земли. Для эффективного управления лесными ресурсами и их охраны создаются множество типов карт лесов. Картографическим результатом решения задач оценки состояния лесов могут послужить тематические карты и схемы, такие как материалы лесоустройства (лесоустроительные карты), карты лесистости, использования лесов, высотно-поясных экосистем, санитарного состояния лесов, геоботанические, освоенности лесов рубками, запасов, пожарной опасности, оперативные карты авиабазы охраны лесов, карты антропогенной нарушенности ландшафтов и др.

При решении задач оценки состояния лесов активно внедряются геоинформационные технологии. Широкое распространение получили такие пакеты программ обработки данных аэрокосмической съёмки как ENVI, INPHO, ERDAS Imagine, ЛУГИС, ЛесГИС. Они позволяют создавать актуальные карты пространственного состояния лесных массивов на определённую территорию для решения конкретных хозяйственных задач.

На кафедре маркшейдерского дела и геодезии ИрГТУ был предложен новый тип картографо-космических продуктов: инженерно-экологических карт лесов (лесохозяйственных карт), которые предлагаются для пространственной оценки современного состояния лесов, инженерных расчетов, точного определения количественных характеристик объемов расчетной лесосеки, определения границ арендуемых кварталов, а также подготовки инвестиционных проектов для дальнейшего лесопользования. Результатом оценки состояния лесов, может стать созданная в 2007 – 2008 гг. электронная лесохозяйственная карта

сырьевой базы ООО «ИлимСибЛес» (рис. 2) на базе тематической обработки космических снимков Landsat и использования программного обеспечения ГИС Карта 2005. Карта внедрена для инженерно-экологических и экономических расчётов производства в компании ОАО «Илим» в городе Усть-Илимске (ранее ООО «ИлимСибЛес»), а также в управленческих структурах района [5]. Такие работы по разработке новых видов картографо-космических продуктов продолжают выполняться в Центре космических технологий и услуг Технопарка НИ ИрГТУ.

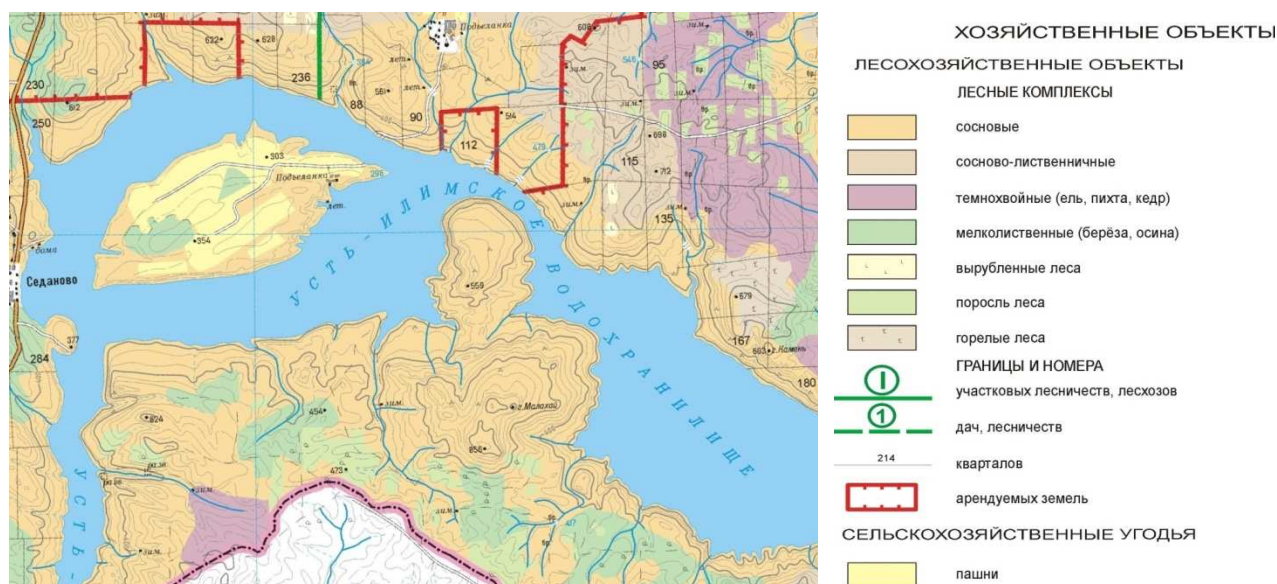


Рис. 2. Фрагмент лесохозяйственной карты сырьевой базы ООО «ИлимСибЛес» масштаба 1:200 000 [6]

Современные средства дистанционного зондирования Земли в совокупности с мощными инструментами их обработки предоставляют уникальные возможности для изучения состояния лесов России, а также их тематического картографирования. С помощью этих средств можно оперативно проводить мониторинг состояния лесов и использовать тематическое картографирование лесов для решения хозяйственных и природоохранных задач.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лесной кодекс Российской Федерации (№200-ФЗ от 04.12.2006 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.leskodeks.ru/>
2. Положение о порядке освидетельствования мест рубок главного пользования методом аналитико-измерительного дешифрирования материалов крупномасштабной аэросъёмки в многолесных районах с большим объёмом лесозаготовок (утв. приказом МПР России от 20.07.2006 г. №169) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/2061568>
3. Постановление коллегии Рослесхоза от 19 октября 1993 г. «Лесной мониторинг в России» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pravoteka.ru/pst/189/94090.html>

4. Классификатор тематических задач оценки природных ресурсов и окружающей среды, решаемых с использованием материалов дистанционного зондирования Земли [Текст]. Редакция 7. – Иркутск: ООО «Байкальский центр», 2008. – 80 с.

5. Электронная лесохозяйственная карта сырьевой базы ООО «ИлимСибЛес» / Под ред. проф. Пластинина Л.А. – Иркутск - Усть-Илимск, 2008. – 4 л. – 200 экз.

© *А.В. Контев*, 2012

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭФФЕКТОВ АНИМАЦИИ В ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСАХ С ПОЗИЦИЙ КАРТОГРАФИИ

Алексей Александрович Колесников

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры картографии и геоинформатики, тел. 8(383)361-06-35, e-mail: alexeykw@mail.ru

В статье рассмотрены методика построения картографических анимаций с помощью современных web-технологий. Описаны виды и условия применения картографических анимаций для элементов интерфейса, карт и их элементов.

Ключевые слова: методика построения картографических анимаций, геоинформационное картографирование, современные web-технологии, элементы интерфейса и карт.

FEATURES OF THE EFFECTS ANIMATION IN USER INTERFACE FROM THE POINT OF CARTOGRAPHY

Alexey A. Kolesnikov

Post-graduate students, department of Cartography and GIS, SSGA, 10 Plakhotnogo st., Novosibirsk 630008, phone: 8 (383) 361-06-35, e-mail: alexeykw@mail.ru

The techniques for creating cartographic animations by modern web-technologies are considered. The types, application conditions, parameters, techniques for creating cartographic animations, used for interface and maps elements, are described.

Keywords: techniques for creating cartographic animations, GIS mapping, state-of-the art web-technologies, interface- and maps elements.

Эффекты анимации, применяемые в мультимедийных интерактивных картографических произведениях, можно разделить на относящиеся к элементам интерфейса, карте в целом и отдельным объектам карты или их совокупностям.

Анимации в интерфейсе картографических приложений могут быть применены для следующих элементов:

- Кнопки каких-либо инструментов или режимов, для привлечения внимания, выдачи дополнительной информации, конкретизации функции, выполняемой данной кнопкой, например, при наведении курсора кнопка плавно увеличивается в размерах с целью упрощения взаимодействия и улучшения понимания функционала этого элемента интерфейса;

- Масштабные линейки, при операциях с данным объектом могут быть анимированы переходы от одной градации масштаба к другой для лучшего восприятия изменений, происходящих с видимым картографическим изображением;

- Рамки отображаемого на экране участка местности на общей карте, плавное перемещение и изменение масштабов данного элемента позволяет пользователю лучше отслеживать изменения в отображаемой картографической информации относительно предыдущих и других пространственных объектов;
- Окна, появляющиеся поверх основного окна карты и содержащие справочную информацию об пространственных объектах и правилах работы с инструментами, должны возникать и исчезать постепенно, а также быть привязаны к объекту или элементу, вызвавшему их появление с помощью анимации пути перемещения.

Анимации применяемые к карте, как правило, связаны с изменением ее отображения, как самим пользователем, так и автоматически, в результате каких-либо внутренних факторов, например, изменениях в семантических параметрах объектов карты и позволяют лучше сориентироваться в произошедших изменениях и местоположении отображаемого в данный момент участка местности, а также повысить зрелищность. Примерами таких анимаций с картой могут служить плавное изменение масштаба, перемещение окна просмотра, вращение карты в трехмерном представлении.

К отдельным объектам карты или их группам можно применить следующие типы анимаций: мигание (отображение найденных в результате поискового запроса объектов), отрисовка контура (выбор пользователем определенного объекта), изменение цвета (отображение изменения определенного тематического параметра с течением времени), появление или исчезновение дополнительной информации (в результате уменьшения масштаба упрощение внешнего вида объектов, генерализация), изменение внешнего вида (увеличение при наведении на объект курсором мыши или изменение внешнего вида значка объекта в соответствии с изменениями, происходящими с реальным объектом с течением времени), отображение трехмерного вида при наведении, динамическое построение диаграмм, перемещение объекта, построение новых объектов и убиение существующих (изменение зоны затопления).

Рассмотрим более подробно особенности применения анимации в интерфейсе картографических приложений.

Применение анимации в интерфейсе приложения позволяет решать следующие задачи: увеличение зрелищности и развлечение зрителя, упрощение использования элементов управления путем добавления сходства с объектами реальной действительности, привлечение внимания.

Одной из главных предпосылок к использованию анимации в интерфейсе приложений является усиление его естественности, поскольку в реальной жизни объекты, как правило, изменяются постепенно.[6]

Анимированные интерфейсы изначально появились в компьютерных играх из-за необходимости в высокой зрелищности и раннего доступа к аппаратному ускорению графики. До настоящего времени анимация редко использовалась в настольных и web-приложениях вследствие того, что не было возможности создавать приемлемую анимацию из-за аппаратных ограничений и отсутствия подходящих инструментов.[5]

Но использование новых возможностей оказывается не всегда к месту. Инструкций по корректному применению эффектов очень мало. Основными руководствами, где даны примеры и описания анимационных эффектов являются руководства Windows UX Guidelines, Apple HIG.

Использование анимации наиболее уместно при:

- Пояснении идеи или концепции элементов интерфейса;
- Изменении состояния интерфейса;
- Организации обратной связи с пользователем.

Применение анимации не является обоснованным, если она:

- Используется очень часто, без необходимости;
- Мешает или отвлекает пользователя от выполнения задачи;
- Снижает (значительно) быстродействие системы.

Нужно учитывать, что картографическое произведение может воспроизводиться на разных устройствах, в том числе и мобильных, тем самым необходимо обращать внимание на потребление энергии. Желательно иметь возможность выключить отображении анимационных эффектов или каким-либо образом упростить их для экономии электроэнергии.

При создании анимации необходимо учитывать следующие характеристики и особенности:

- Малый срок воспроизведения – Большинство анимаций выполняется для часто выполняемых операций и для того, чтобы не замедлить выполнение задач пользователем они должны иметь продолжительность от 1/6 до 1/2 секунды. Например, скорость перемещение маркера линейки масштабов в результате использования инструмента масштабирования не должно быть фиксированной, а вычисляться исходя из текущего и требуемого положений.

- Время отклика – анимация должна начинаться в течение 1/15 секунды после инициирующего события или действия пользователя, увеличение времени отклика может вызвать то, что пользователь не сможет соотнести свое действие с конкретной анимацией. Исходя из того, что объем пространственной информации может быть очень велик, нужно это учитывать при операциях с картой для того чтобы уменьшить время ожидания пользователя.

- Разный темп воспроизведения – анимация, как правило, выглядит более естественно и имеет большую заметность, если имеет наибольшую скорость в начале и замедляется к концу. Например, при перемещении окна просмотра на длительные расстояния промежуточные состояния окна просмотра, как правило, не имеют большой ценности для пользователя, тогда как начальной положение и, особенно, конечное достаточно важны, и тем самым имеет смысл использовать для данной операции различную скорость перемещения.

- Ключевые состояния – в линейных анимациях и анимациях с небольшой продолжительностью, как правило, наиболее важными являются кадры начала и конца воспроизведения, особенно при отображении

перемещения объекта, промежуточные состояния, если они отображаются линейно, являются куда менее важными. При одновременном воспроизведении нескольких анимаций очень желательно немного разнести по времени моменты их начала и окончания. В анимациях, связанных с увеличением внешнего вида значка при наведении на него курсором мыши, как правило, используются графические изображения разного вида и степени детализации, что в случае линейной анимации приводит либо к большим трудозатратам при согласовании анимированных элементов изображений, либо к визуальным ошибкам. Таким образом, зачастую имеет смысл увеличить скорость воспроизведения промежуточных кадров, сделав упор на начальный и конечный.

– Частота кадров – большинство анимаций для плавного отображения должно иметь частоту кадров не менее 20 в секунду.

– Масштаб – дизайн анимации должен быть проработан при отображении на разных мониторах и типах устройств.

– Персонализация – анимации должны согласовываться с дизайном, задачами и кругом пользователей программного продукта, где они используются. Нужно учитывать, кто будет являться пользователем создаваемого картографического произведения, каков будет состав карт, их тематика, выполняемые функции и прочее.[6,7]

Таким образом, сейчас при создании интерактивных мультимедийных картографических произведений необходимо задумываться о правильности и корректности применения различных анимационных эффектов, обращать внимание на целевую аудиторию, ориентироваться на все многообразие программных и аппаратных средств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лисицкий, Д.В. Применение мультимедийных методов в геоинформационном обеспечении территории [Текст]: Материалы VIII научной конференции по тематической картографии, Иркутск, 21-23 ноября 2006 г. / Лисицкий Д.В., Комиссарова Е.В. – Иркутск: Ин-т географии им. В.Б.Сочавы СО РАН – 2006. – С. 39-41.
2. Тикунов, В.С. Мультимедиа в географии [Текст]/ В.С. Тикунов// Вестн. МГУ. Сер. География-1995. - №5. – С. 47-52.
3. Востокова, А.В. Оформление карт. Компьютерный дизайн [Текст]: учебник/ А.В. Востокова, С.М. Кошель, А.А. Ушакова; под ред. А.В. Востоковой. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 288 с.
4. Геоинформатика: в 2 кн. [Текст]/1:учебник для студ. Высш. Учеб. заведений/ Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарёв, В.С. Тикунов и др.; под ред. В.С. Тикунова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 384 с.
5. Markus Weber, Animations in User Interface Design: Essential Nutrient Instead of Eye Candy, 2010 г.
6. Microsoft Corp., Windows User Experience Interaction Guidelines, 2012 г.
7. Apple Corp. Human Interface Guidelines, 2012 г.
8. Fu, P., and J. Sun. Web GIS: Principles and Applications. ESRI Press. Redlands, 2010 г.
9. Peterson, Michael P., Maps and the Internet, Elsevier, 2003 г. Erik Champion, Games and Geography, Multimedia Cartography, С. 347-357, 2007 г.

10. Kraak, M.J. Cartography and the use of animation. Multimedia cartography. Second edition. Berlin, C. 317-326, 2007 г.
11. Peterson, M. P. The Internet and Multimedia Cartography. Multimedia cartography. Berlin, C. 35-48. 2007 г.
12. Doris Dransch, Designing Suitable Cartographic Multimedia Presentations. Multimedia cartography. Berlin, C. 75-87. 2007 г.

© *A.A. Колесников, 2012*

РАЗРАБОТКА НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИХ ОСНОВ СОЗДАНИЯ ЗООГЕОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОРНИТОЛОГИИ

Ирина Петровна Кокорина

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, старший преподаватель кафедры картографии и геоинформатики, e-mail: irusha2008@gmail.com

Предложена методика создания системы карт распределения и запасов боровой дичи в предпромысловый период на базе ГИС-технологий. Разработана структура базы данных и созданы карты трех типов: по выделам, группам выделов карты растительности Западно-Сибирской равнины и группам ландшафтов. С целью получения количественных характеристик обилия использованы методы интерполяции. Создана складная карта предпромыслового обилия боровой дичи.

Ключевые слова: карты распределения, численность, геоинформационное картографирование, интерполяция.

SCIENTIFIC METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF THE ZOOGEOGRAPHICAL MAPS CREATION WITH GIS-TECHNOLOGIES FOR ORNITHOLOGY

Irina P. Kokorina

SSGA, Novosibirsk, senior teacher, department of cartography and geoinformation, e-mail: irusha2008@gmail.com

It is proposed the methodology of creating a series of distribution map and abundance of upland fowl in before hunting period based on GIS-technologies. Developed database structures and created maps of the three types: at the lowest parts of maps, groups of landscapes and the group identified the vegetation map of the Western Siberia. In order to obtain the quantitative characteristics of fullness in the polygons these interpolation methods are used. It is created the folding map of upland fowl in before hunting period.

Key words: distributional maps, population number, geoinformatic mapping, interpolation.

Исследования выполнены по государственному контракту от 05 апреля 2010 г. № 02.740.11.0035 «Разработка инструментальной справочно-аналитической географической информационной системы» в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг.

При создании зоогеографических карт существует проблема картографирования некоторых животных, в том числе птиц, в результате их подвижности и плохой заметности при учетах. При этом в зоогеографическом картографировании применяют методы экстраполяции биологических данных на необследованные территории.

В Западной Сибири объектом промысловой и спортивной охоты является боровая дичь семейства тетеревиные. Наиболее ценные представители –

тетерев, рябчик и глухарь. В связи с этим актуален вопрос картографирования их распределения и численности.

В существующих методиках зоогеографического картографирования применяется экспертный анализ данных специалистом-предметником. Экспертная оценка предполагаемого обилия птиц по выделам, на которые не получены статистические данные, заключается в уточнении принадлежности необследованных выделов к их ближайшим аналогам, чтобы на картах не оставалось условно необследованных территорий.

Методический цикл картографирования запасов и обилия боровой дичи на Западно-Сибирской равнине в предпромысловый период включает в себя создание системы карт.

При создании карт распределения и запасов охотничьих видов птиц с применением геоинформационных технологий необходим определенный перечень и порядок технологических этапов. Известно, что проектирование баз данных ГИС является одним из важных этапов геоинформационного картографирования. В работе по проектированию баз данных системы карт распределения и запасов боровой дичи в качестве источников тематического содержания использованы статистические материалы из банка данных лаборатории зоологического мониторинга Института систематики и экологии животных СО РАН (г. Новосибирск) по результатам учетов птиц в период с 16 июля по 31 августа 1959–2005 гг. Картографической основой послужила карта «Растительность Западно-Сибирской равнины» масштаба 1:1 500 000. Цифровой вариант карты в формате ГИС MapInfo составлен в Центральном сибирском ботаническом саду (ЦСБС) СО РАН.

Для решения поставленных задач в ГИС MapInfo создан новый проект карты, в который добавлены следующие слои географической основы: «Растительность Западно-Сибирской равнины», «Гидрография» и «Населенные пункты». В качестве проекции, общей для всех слоев создаваемых карт, выбрана прямая равновеликая коническая проекция.

В ходе работы созданы и добавлены к существующим полям базы данных слоя «Растительность Западно-Сибирской равнины» тематические поля. Также созданы слои легенды и оформления для каждого типа карт.

Следующий этап работы с таблицами базы данных – районирование по выделам карты растительности. В работе использована типологическая схема геоботанической карты Западно-Сибирской равнины. Тип растительности каждого выдела карты отнесен нами к определенной природной зоне, подзоне и группе ландшафтов. В пределах зон и подзон выделены следующие группы ландшафтов: суходольные, внепойменно-болотные и пойм крупных рек.

В процессе редактирования таблицы атрибутов соотнесены номера интервалов и ландшафты. Затем в базу данных внесена информация по обилию и численности птиц. Поля «Зона», «Подзона» и «Группа ландшафтов» заполнены для каждого выдела карты растительности с учетом границ природных зон и подзон. Внесенные значения для целей картографирования объединены по интервалам и в зависимости от того, в какой интервал легенды карты они входят, внесены в поле «Интервал».

По внесенным количественным данным обилия и численности птиц произведено ранжирование по выделам, группам выделов карты растительности или по группам ландшафтов в зависимости от тематики создаваемой карты.

В результате выполненной работы создана система трех типов карт на основе выделения уровней предварительного усреднения данных: по выделам карты растительности; по группам выделов карты растительности; по группам ландшафтов.

В ходе работ по картографированию запасов и распределения охотничьих видов птиц также была решена задача типизации охотничьих угодий Западно-Сибирской равнины и составлена карта на данную территорию. Типизация проведена по результатам классификации территориальных комплексов боровой дичи с помощью кластерного анализа на основе коэффициентов сходства Жаккара для количественных признаков после предварительного усреднения учетных данных по выделам, а потом по группам выделов карты растительности Западно-Сибирской равнины и других специфических усреднений.

Всего созданных карт 17, опубликовано 7 карт.

Последовательность и взаимосвязи между элементами системы карт обилия и запасов боровой дичи показаны на рис. 1.

Масштаб карт 1:10 000 000, компоновка плавающая, проекция прямая равновеликая коническая. Общегеографическая нагрузка карт показана традиционными условными знаками. Тематическое содержание: границы природных зон и подзон показаны пунктирной линией и дополнены индексами; распределение и запасы птиц отражены способом количественного фона. Использовано следующее цветовое оформление: для карт тетерева – оттенки коричневого и синего цветов, глухаря – зеленого, для карт рябчика – оттенки желтого и коричневого цветов. Для цветового оформления карт суммарного обилия и запасов боровой дичи использованы оттенки оливкового цвета.

В ГИС ArcGIS проведено редактирование созданных карт распределения и запасов боровой дичи, так как ArcGIS обладает более широкими, по сравнению с MapInfo, возможностями для составления и оформления карт. Также ArcGIS использовалась для проведения интерполяции и построения моделей поверхностей.

Несколько карт подготовлено к печати офсетным способом. Допечатная подготовка выполнена в графическом редакторе CorelDRAW X4. С использованием цветового справочника 4-Color Pantone Process Guide произведен подбор цветов CMYK. Также создана складная карта «Предпромысловое распределение боровой дичи на Западно-Сибирской равнине» в формате графического редактора CorelDRAW для широкого круга потребителей.

Лицевая сторона складной карты представлена двумя картами: «Типизация охотничьих угодий Западно-Сибирской равнины по обилию боровой дичи в предпромысловый период» и «Природные зоны и подзоны Западно-Сибирской равнины», а также легендами к ним. Масштаб карты «Типизация охотничьих угодий Западно-Сибирской равнины по обилию боровой дичи в

предпромысловый период» равен 1:10 000 000, масштаб карты «Природные зоны и подзоны Западно-Сибирской равнины» – 1:16 000 000. На лицевой стороне складной карты также размещены ботанико-географическое описание Западно-Сибирской равнины и список карт с указанием их названий и масштабов.

Оборотная сторона складной карты представлена тремя картами: «Распределение глухаря на Западно-Сибирской равнине в предпромысловый период», «Распределение рябчика на Западно-Сибирской равнине в предпромысловый период», «Распределение тетерева на Западно-Сибирской равнине в предпромысловый период» и легендами к ним. Итоговый масштаб трех карт в результате размещения их на листе формата А2 – 1:10 000 000.

Одной из сложностей зоогеографических исследований является невозможность собрать данные на всю изучаемую территорию, так как учет животных затруднен их перемещениями в пространстве. Однако по дискретным данным можно построить непрерывную модель поверхности, интерполирующую полученные значения.

С целью получения количественных характеристик обилия птиц в выделах, где охотничьи птицы обитают, но не были встречены из-за их редкости и скрытности, проведена сравнительная интерполяция на основе карты, созданной по данным эксперта-предметника. Для контроля результатов предлагаемой методики не учитывались некоторые известные значения обилия птиц из таблицы атрибутов.

Для проведения интерполяции использована карта «Предпромысловое распределение тетерева на Западно-Сибирской равнине (по группам ландшафтов)», выполненная на основе цифрового варианта карты «Растительность Западно-Сибирской равнины».

В работе использована ArcGIS 9.2 (ArcInfo) с применением аналитических модулей Spatial Analyst и Geostatistical Analyst по следующим методам интерполяции: сплайн, скользящее среднее значение, кригинг. Для создания поверхностей в ГИС MapInfo применены следующие инструменты интерполяции: IDW-интерполяция, TIN-интерполяция, построение полигонов Вороного.

В результате проведения интерполяции создано 6 моделей поверхностей. Достоверность полученных поверхностей оценена путем сравнения вариантов моделей с картой, где интерполяция проведена экспертами-предметниками, путем наложения сетки с узлами интерполяции. Из шести предложенных способов интерполяции наилучший результат был получен с применением кригинга.

Результаты работы могут быть использованы для создания экспертной системы. Применение данных и правил вывода, а также привлечение эксперта позволят повысить точность результатов интерполяции.

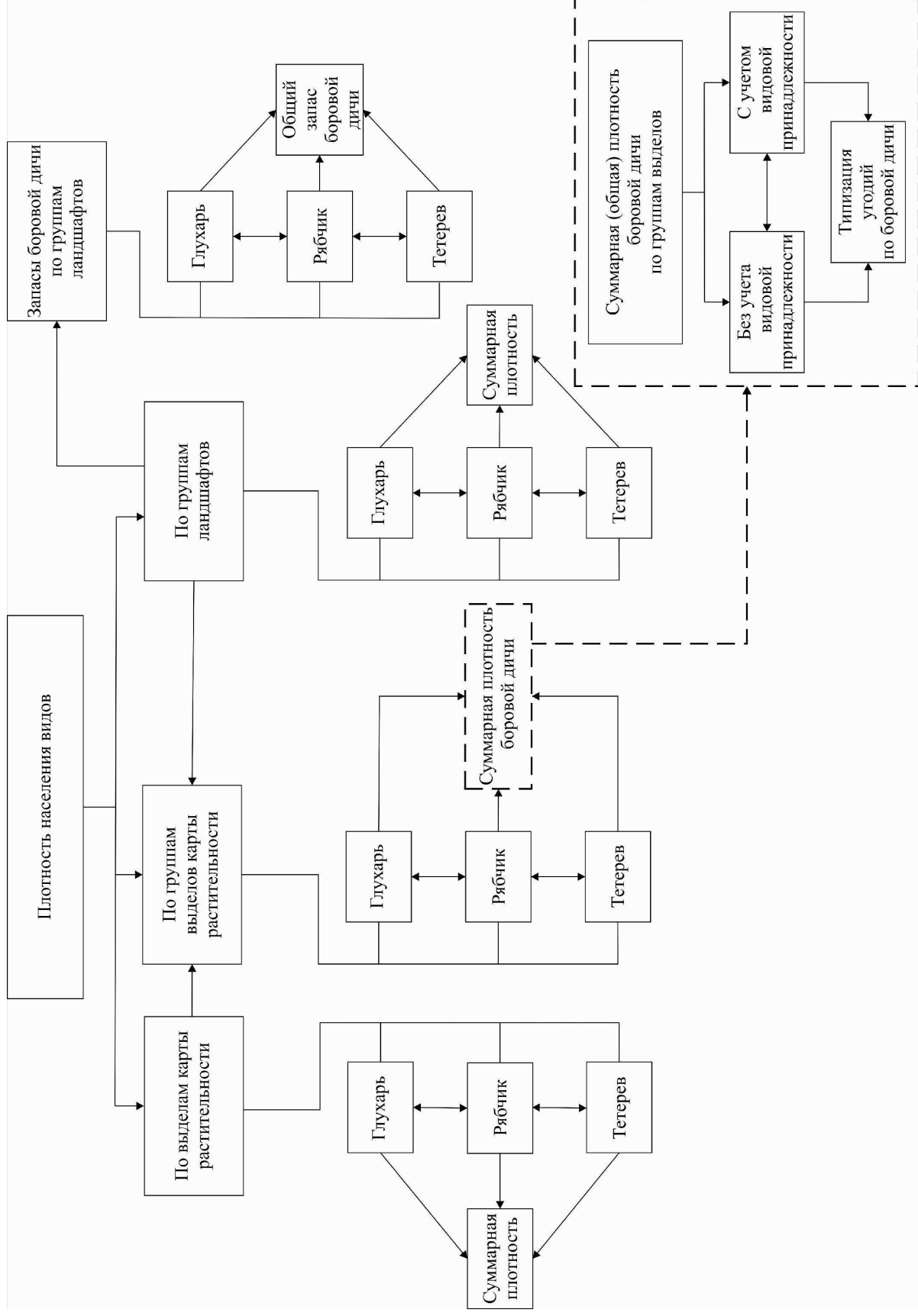


Рис. 1. Система карт распределения и запасов боровой дичи в предпромысловый период на Западно-Сибирской равнине

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кокорина, И.П. Опыт использования геоинформационных технологий при картографическом отображении численности и распределения глухаря на Западно-Сибирской равнине [Текст] / И.П. Кокорина, Ю.С. Равкин // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2010. – № 4 (12). – С. 54-59.
2. Равкин, Ю.С. Картографическое отображение распределения тетерева и рябчика на Западно-Сибирской равнине [Текст] / Ю.С. Равкин, И.П. Кокорина // Сибирский экологический журнал. – 2011. – Т. 18. № 4. Сибирский экологический журнал. – 2011. – Т. 18. № 4. – С. 527-533.
3. Кокорина, И.П. Картографическое обеспечение зоогеографических исследований на базе ГИС-технологий [Текст] / И.П. Кокорина // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2011. – № 5. – С. 64-68.
4. Равкин, Ю.С. Опыт типизации и картографирования охотничьих угодий по обилию боровой дичи [Текст] / Ю.С. Равкин, И.П. Кокорина, И.Н. Богомолова // Птицы Сибири: структура и динамика фауны, населения и популяций (Труды института систематики и экологии животных СО РАН, вып. 47) / Ред. Л.Г. Вартапетов. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. – С. 251-258.

© И.П. Кокорина, 2012

ОТ ОСВОЕНИЯ ПРОСТРАНСТВА К ФОРМИРОВАНИЮ ЕДИНОГО ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА

Станислав Юрьевич Кацко

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики, e-mail: s.katsko@ssga.ru

В статье рассмотрены вопросы освоения (преобразования) окружающей среды (пространства) и переход к геоинформационному пространству на новом этапе развития общества. Основное внимание уделено терминам «пространство», «территория», «географическое пространство» («геопространство»), «геоинформация», «геоинформационное пространство».

Ключевые слова: пространство, территория, геоинформационное пространство, геоинформация, геоинформационное пространство.

FROM THE TERRITORY DEVELOPMENT TO FORM A GEO-SPACE SYSTEM

Stanislav Yu. Katsko

Ph.D., Assoc.Prof., department of applied informatics, SSGA, 10 Plakhotnogo st., Novosibirsk 630008, e-mail: s.katsko@ssga.ru

The questions of development (conversion) of the environment (space) and the transition to geoinformation space in the new stage of development of society. Emphasis is placed on the terms "Space", "Territory", "Geographical space" ("Geospatial"), "Geoinformation", "Geoinformation space".

Key words: space, territory, geographical space (geospatial), geoinformation, geoinformation space.

Исследования выполнены при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы» (ГК № 02.740.11.0735 «Разработка инструментальной справочно-аналитической географической информационной системы»).

Человечество на всем протяжении своего развития стремилось освоить окружающее пространство и преобразовать его под свои нужды и потребности. Влияние человека на окружающее пространство от первобытного общества через сельскохозяйственное и индустриальное к информационному постоянно возрастало. Вместе с тем расширялись границы освоенных территорий.

Здесь мы сталкиваемся с двумя, на первый взгляд, одинаковыми терминами: «пространство» и «территория». Интерпретация понятия «пространство» сформировалось в рамках философии и понимается как основная форма существования материи, неотделимая от другой формы – времени. В то же время общенаучное понимание пространства зачастую удалено от понятия «пространство» как философской категории. «Пространство» используют в

своих исследованиях многие науки. Отсюда выделяют такие виды пространства, как «векторное пространство» в математике, «сакральное пространство» в религии, «постсоветское пространство» в геополитике, «информационное пространство» в информатике, «географическое пространство» в географии и т. д. Часто речь идет не только о реальном пространстве, но и виртуальном, субъективном, а также многомерном пространстве.

Территория является частью пространства. Под «территорией» понимают часть поверхности земного шара с определенными границами с присущими ей природными условиями, а также созданными в результате человеческой деятельности свойствами и ресурсами. Однако чаще «территорию» рассматривают как часть пространства суши с присущими ей природными и антропогенными свойствами и ресурсами, что применимо и к конкретной территории, и к национальной территории государства.

В последнее время появилось понятие геотория, объединяющее понятия «территория», «акватория» (ограниченная часть водной поверхности земли) и «аэротория» (часть воздушной оболочки земли).

Территория характеризуется наличием особого вида ресурсов: протяженностью (площадью), особенностями географического положения, определенным типом природного ландшафта, степенью освоенности людьми.

Очень часто в понятия «пространство» и «территория» вкладывают одно значение. Исходя из этого при изучении пространства в пределах Земли учеными используется термин «географическое пространство» или «геопространство», которое трактуется как «форма существования географических объектов и явлений в пределах географической оболочки» [1].

Э.Б. Алаев в работе [2] предложил термин «геопространство», под которым понимается «философская концептуальная категория, как объективная, всеобщая и познаваемая форма существования материальных географических образований и объектов в пределах геOVERCUM».

В самом геопространстве выделяют:

1. Геодезическое пространство, которое определяется величиной и формой Земли;
2. Физико-географическое пространство. В отличие от геодезического оно качественно подразделяется на сушу, океаны, моря;
3. Социально-экономическое пространство – это территория, на которой живет и действует человек [1].

Геопространство определяется следующими особенностями:

- Размерность глобального, регионального и локального уровней;
- Разнообразный и разнокачественный субстратный состав абиотического (косного), биокосного, биотического и социального качества;
- Уровни организации и формы движения материи;
- Антиэнтропийности (устойчивости), связанной с количеством компонентов и территориальных элементов, степенью их упорядоченности;

- Формой бытия, которая связана с длительностью и последовательностью сменой состояний (динамикой, ритмикой, эволюцией);
- Набор на поверхности территориальных системных (геосистемных) образований, формирующих плотность современных геопространств в зависимости от их полей напряжения;
- Уникальность, т. е. Наличие жизни, в том числе социальной.

Вместе с тем геопространство трехмерно, а территория, на фоне которой размещаются материально-вещественные объекты, – двумерна.

По мере развития общества географическое пространство (территория) постепенно наполняется различными объектами, связанными с жизнью и деятельностью человека, – населенными пунктами, промышленными предприятиями, транспортными и инженерными сооружениями, усиливаются связи между ними. На определенном этапе формирования такого пространства (территории) появляются предпосылки и возможности управления объектами такого геопространства. Результатом является сбор, накопление, обработка географической (пространственной) и атрибутивной информации об объектах в рамках информационного пространства.

Информационное пространство понимается как совокупность результатов семантической деятельности человечества в виде баз и банков данных, технологий их сопровождения и использования, информационных телекоммуникационных сетей, обеспечивающих информационное взаимодействие организаций и граждан и удовлетворение их информационных потребностей [3].

Геоданные являются исходной информацией для геоинформатики, в частности для получения геоинформации как совокупности сведений об объектах и явлениях, существующих в геопространстве и характеризующихся наличием пространственных отношений между ними [4]. Иными словами, геоинформация представляет собой формализованные геоданные в виде совокупности информационных моделей, предназначенных для использования в различных автоматизированных информационных системах: системах автоматизированного проектирования (САПР), геоинформационных системах (ГИС), навигационных системах (НС) и др.

В своей совокупности геоданные, геоинформация и, формируемые на их основе, геоинформационные модели образуют так называемое геоинформационное пространство (ГИП) [5], являющееся моделью реального геопространства и предназначенное для использования в автоматизированных системах инвентаризации, проектирования, навигации и управления, в том числе в ГИС.

В работе [5] А.П. Карпик термином «геоинформационное пространство» называет совокупность информационных координированных компьютерных моделей территорий. ГИП является цифровым описанием совокупности частных представлений изучаемого геопространства, созданных человеком в компьютерной среде и предназначенных для компьютерного использования при решении пространственных задач и выработки пространственных решений [6].

Оно содержит информацию об изучаемом геопространстве в упорядоченном виде: в виде геоинформации и множества его моделей, отображающих основные, нужные одному потребителю или множеству потребителей, пространственные предметы и их свойства. В отличие от объективной реальности (геопространства), ГИП проектируется и создается человеком только в компьютерной среде, т. е. его свойства в значительной мере предопределены в соответствии с решаемой задачей.

ГИП предназначено для компьютерного использования при решении пространственных задач, выявлении территориально распределенных закономерностей, выработке пространственных решений по управлению жизнеобеспечения, сохранению природной среды, развитию общественного производства, при информационно-справочном обеспечении населения, в качестве основы для создания и функционирования территориальных информационно-управленческих систем [6].

В техническом и информационном аспектах геоинформационное пространство должно представлять собой глобальную географическую информационную систему, включающую банк данных, на территорию Субъекта Федерации, Федерального округа или государства в целом. Геоинформационное пространство является не просто хранилищем информации, но и представляет механизмы для ее переработки, должно содержать унифицированные интерфейсы доступа для интеграции в однородную систему разнородных массивов данных, а также защиту информации являющейся коммерческой тайной. Геоинформационное пространство должно включать специальную программную оболочку и объемный комплекс структурированных массивов информации разного вида: текстовой, табличной, графической, картографической, диаграммной, звуковой, фото, аэро- и космические снимки, видео. Сочетание большого объема информации с многообразием форм её представления определяет новые возможности ее применения в различных сферах деятельности.

Геоинформационное пространство, должно предоставлять пользователям и информационным системам, по запросу, уникальную ГИС-функциональность: пространственный анализ, 3D-моделирование, построение пространственных моделей, создание тематических карт специального назначения, предоставление геостатистических данных, создание картографических отчетов.

Геоинформационное пространство, ориентированное на определенную территорию, предназначено для массового пользователя, например: органов местного самоуправления, коммерческих структур, различных организаций и учреждений, научных и учебных, библиотек, широкого круга граждан и юридических лиц, а также международных и иностранных организаций, фирм, граждан других государств, а также всех жителей округа.

Информация может быть использована в качестве справочного источника, а также для комплексного изучения и оценки территории, включающее:

- Составления планов освоения природных ресурсов и прогноза последствий вмешательства человека в окружающую среду, проектирование природоохранных мер для улучшения экологической обстановки;

- Инженерное обустройство территории;
- Оперативное принятие управленческих решений в сфере осуществления руководства и планирования устойчивого развития территории;
- Организация диспетчерского контроля за ситуацией с привлечением широкого круга специалистов;
- Планирование и осуществление мероприятий правоохранительными структурами и МЧС;
- Накопление и использование информации по основным показателям развития округа (производство, социально-экономическое развитие, жилье, транспорт, экология и т. д.);
- Осуществление внутрихозяйственного и межхозяйственного землеустройства и планирования мероприятий по рациональному природопользованию.

Массовое пользование предполагает ежедневное использование картографического материала для знакомства с территорией и бытовых нужд (использование виртуального путешествия, поиск нужного объекта на карте с получением о нем достоверной информации, выбор объектов отвечающих определенным требованиям, оптимизация маршрута проезда, выполнение простейших измерительных операций и т. д.).

Использование геоинформационного пространства отдельными отраслями экономики и частным бизнесом возможно в качестве инструмента для проектирования и построения сети различных видов коммуникаций (сеть опорных точек для размещения передатчиков сотовой связи, определение прямой видимости между двумя объектами для беспроводной сети), также построения и оптимизации движения авто- и железнодорожного транспорта и т. д.

В будущем на базе Сибирской государственной геодезической академии возможно создание специализированной лаборатории, в которой планируется:

- Обеспечение научных исследований с целью создания и использования геоинформационного пространства;
- Подготовка и обучение студентов, бакалавров, магистров создает благоприятные условия для их профессиональной ориентации, а также отбора наиболее одаренных с последующим их трудоустройством.
- Вовлечение учащихся в научно-исследовательскую деятельность ВУЗа с целью привлечения аспирантов и эффективного обмена научной информацией (участие в молодежных научных конференциях, олимпиадах и конкурсах и т.д.), это будет формировать, на этапах обучения студента, образовательных приоритетов, наполнения изучения фундаментальных дисциплин практическим применением полученных знаний в учебно-исследовательской работе;
- Новейшие научные разработки, а также подготовка и представление кандидатских диссертаций аспирантов (не менее одной в год);
- Подготовка и закрепление в сфере науки и образования научных и научно-педагогических кадров и формирование эффективного и

жизнеспособного научного коллектива, в соответствии с необходимостью сохранения и развития научного (интеллектуального) потенциала;

- Привлечение к научно-исследовательским работам молодых ученых, докторантов, а также научных сотрудников и преподавателей;

- Участие в международных конференциях и опубликование результатов работы в высокорейтинговых российских и зарубежных журналах;

- Проведение курсов повышения квалификации подготовки и переподготовки специалистов;

- Проведение мероприятий по обмену знаниями и опыту с российскими и иностранными коллегами (организация стажировок);

- Выполнение научно-исследовательских работ в рамках различных программ инновационной деятельности, при этом коллектив исполнителей получает новейшие знания, значительный опыт практической работы и задел для выполнения аналогичных проектов, в том числе в смежных областях, что в сочетании с научно-техническим потенциалом лаборатории позволит получать результаты мирового уровня;

- Функционирование научной школы;

- Рекламный и выставочный менеджмент.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Электронная библиотека Дальневосточного государственного университета путей сообщения / Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://edu.dvgups.ru> – свободный.

2. Алаев, Э.Б. Социально-экономическая география: Понятийно-терминологический словарь / Э.Б. Алаев. – М.: Мысль, 1983. – 232 с.

3. Википедия – свободная энциклопедия / Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://wikipedia.ru> – свободный.

4. Лёвин Б.А., Матвеев С.И., Цветков В.Я. Концепция создания геоинформационных систем железнодорожного транспорта // Геодезия и геоинформатика в транспортном строительстве: Сб. науч. трудов. – Вып. 924 / МИИТ. – М., 2001

5. Карпик, А.П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий: монография / А.П. Карпик. – Новосибирск: СГГА, 2004. – 260 с.

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

© С.Ю. Кацко, 2012

ПРИНЦИПЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОСТРОЕНИЯ ТЕМАТИЧЕСКИХ СЛОЕВ

Елена Леонидовна Касьянова

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

Павел Михайлович Кикин

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры картографии и геоинформатики, тел. 8(383)361-06-35, e-mail: it-technologies@yandex.ru

В статье описываются основные принципы, на которых должна быть основана методика автоматического построения тематических слоев. Также описана концепция системы работающей на этих принципах, предварительные результаты её работы и направление её дальнейшего развития.

Работа проводится при финансовой поддержке федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы» в рамках государственного контракта № 02.740.11.

Ключевые слова: ГИС, автоматизированная генерация тематических слоев, мобильность, интуитивный интерфейс, справочная система, визуализация.

PRINCIPLES OF AUTOMATED CONSTRUCTION OF THEMATIC LAYERS

Elena L. Kasyanova

Ph.D., Prof., Assoc. Prof., department of Cartography and GIS, SSGA, 10 Plakhotnogo st., Novosibirsk 630008, phone: 8 (383) 361-06-35, e-mail: helenkass@mail.ru

Pavel M. Kikin

A post-graduate student, department of Cartography and GIS, SSGA, 10 Plakhotnogo st., Novosibirsk 630008, phone: 8 (383) 361-06-35, e-mail: it-technologies@yandex.ru

Basic principles the techniques of thematic layers automated construction must be based on are stated. The concept of the system, based on these principles, preliminary results of its work and the direction of its further development are described.

The work is conducted under the financial support of the federal target program “Research and educational personnel of innovation Russia in 2009-2013” in the framework of state contract # 02.740.11.

Key words: GIS, automated generation of thematic layers, mobility, intuitive user interface, reference system, visualization.

Автоматическое построение тематических слоев – одна из функций инструментальной справочно-аналитической (ИСА) ГИС, разрабатываемой в целях обеспечения различных управленческих структур и простых пользователей доступными средствами визуализации информации и ГИС

анализа. Принципы работы этой функции и её особенности, заслуживают отдельного внимания, и будут кратко рассмотрены в данной статье.

Задачей автоматического построения слоёв является поддержка пользователей в принятии решений в самых различных областях деятельности - от социально-экономических вопросов до принятия решений в чрезвычайных и критических ситуациях. Реализуется эта поддержка путём визуализации ключевых данных в виде тематических карт, составленных способами картограмма или картодиаграмма. Визуализированная информация может характеризовать как отдельный показатель, так и комплексную операцию над несколькими показателями, что собственно и является результатом пространственного анализа.

Для работы этой системы требуется географическая основа, на которой строится тематическая нагрузка. Географической основой может служить цифровая или электронная общегеографическая карта любого территориального охвата и масштаба. Одним из основных требований к карт-основе является наличие границ деления территориальных единиц (ТЕ).

Кроме этого, к карт-основе должна быть привязана базовая таблица данных – рис. 1. Одним из требований к этой таблице, для корректной работы системы, является строгая территориальная привязка табличных данных и наличие как минимум двух полей: поля с названием территориальных единиц; поля содержащее геометрические данные с координатной привязкой. Примером поля с геометрическими данными может послужить поле «obj» в таблицах MapInfo. Таким образом, если таблица содержит в себе названия районов, то каждому району должна соответствовать область на карте. Иными словами таблица, содержащая названия территориальных единиц должна быть геокодированной.

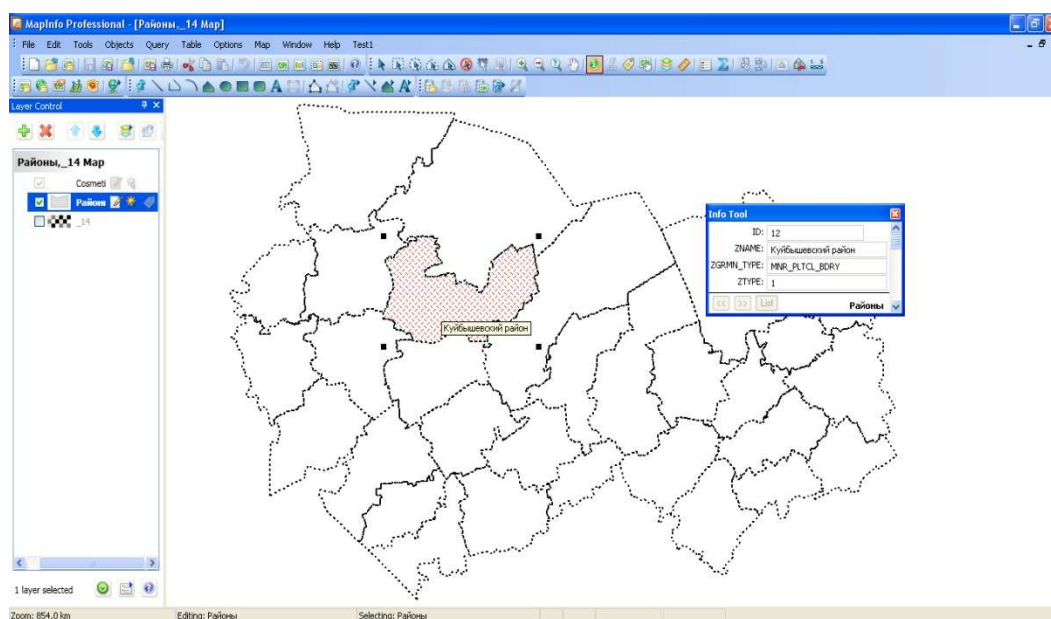


Рис. 1. Пример минимально достаточной картографической основы и таблицы данных, необходимых для автоматического построения тематических слоёв

Для построения тематического слоя системе необходим определённый набор данных. Для удовлетворения условия автоматизации роль пользователя в этом процессе должна быть сведена к минимуму, с минимальными потерями опциональности системы. Подсчитано, что для построения необходимой пользователю тематической карты от него требуется всего 6 действий (кликов мыши) с момента запуска ГИС, осуществив:

- Выбор рабочего набора (2 клика): выбор набора и подтверждение;
- Выбор тематики карты (2 клика): выбор темы и выбор специализации (подтемы) - (например: тема: «социально-экономические данные»; подтема: «численность населения»);
- Выбор типа визуализации тематической карты (картограмма, картодиаграмма и.т.п.) – 1 клик;
- Запуск процесса построения ТС – 1 клик;

Для реализации такой упрощенной схемы действий пользователей система, в базовом варианте, должна хранить заготовки таблиц с исходными геоданными, по которым и будет производиться построение ТС – рис. 2.

Генерацию ТС должен обеспечивать программный алгоритм, заложенный в ГИС. Работает этот алгоритм по следующему принципу.

Район	Численность населения	Численность населения: городское (1)	Численность населения :сельское(1)	Миграционный прирост населения, человек (1)	Миграционный прирост
Баганский	17,4	0	0	-106	0
Барабинский	45,7	30,3	15,4	-86	-15
Болотнинский	29,9	17	12,9		-25
Венгеровский	21,5	0	0	-87	0
Доволенский	19,7	0	0	57	0
Здвинский	17,2	0	0	-113	0
Искитимский	66,6	22,3	44,3		-223
Карасукский	46,6	28,9	17,7		-10
Каргатский	19,3	10,6	8,7		-66
Колыванский	23,9	10,7	13,2		56
Коченевский	46,7	21,9	24,8		44
Кочковский	16	0	0		0
Краснозерский	37,8	10,3	27,5		-121
Куйбышевский	65,3	47,3	18		-226
Купинский	34	15,5	18,5		-43
Кыштовский	13,3	0	0		0
Маслянинский	26	13,2	12,8		-101
Мошковский	39,4	14,3	25,1		-95
Новосибирский	110,2	18	92,2		244
Ордынский	39,1	10,6	28,5		-145
Северный	10,5	0	0	-70	0
Сузунский	33,5	14,7	18,8		-49
Татарский	43,7	26,1	17,6		80
Тогучинский	64,7	31,6	33,1		-69

Рис. 2. Пример таблицы с исходными геоданными

На основе базовой таблицы и таблицы с исходными данными алгоритм создает третью временную таблицу, которая содержит в себе следующие поля:

- Название территориальной единицы;
- Поле с геометрическими данными и координатной привязкой территориальной единицы;
- Поле с тематическими данными, по которым будет построен тематический слой.

Для построения этой временной таблицы алгоритм сравнивает поля с названиями территориальных единиц в первой и второй таблице. Далее по

нахождению одинаковых имён копирует совпавшее имя в третью временную таблицу в соответствующее поле с названием ТЕ. Затем для этой ТЕ копируется поле с геометрическими данными из первой и поле с тематическими данными из второй таблицы.

Поле с тематическими данными третьей таблицы может быть не просто результатом прямого копирования. В некоторых случаях его значение может быть вычислено из нескольких показателей второй таблицы и на промежуточном этапе занесено во временную переменную. Наглядная схема представлена на рис. 3.

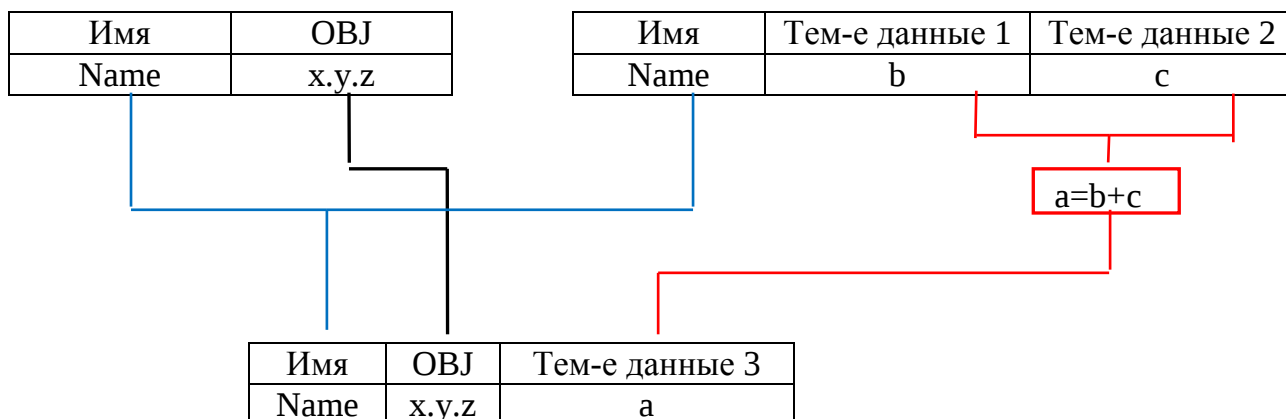


Рис. 3. Схема работы алгоритма

На финальном этапе уже по готовым данным из временной таблицы алгоритм производит генерацию тематического слоя, в соответствии с выбранным пользователем методом – рис. 4.

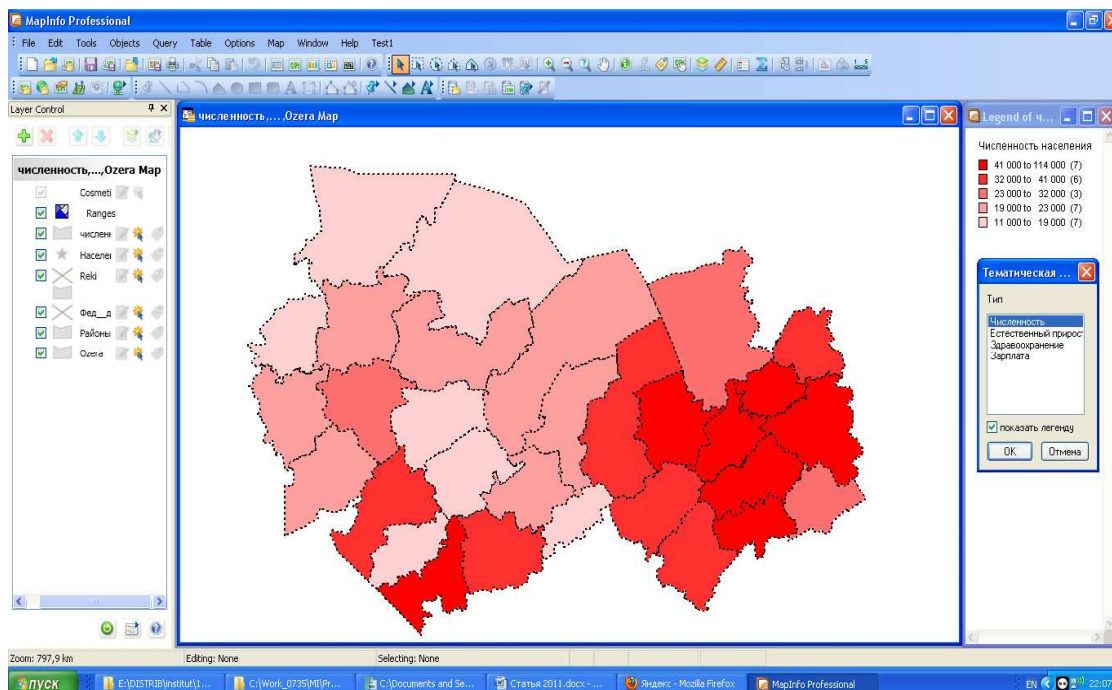


Рис. 4. Результат действий алгоритма

Разработанный алгоритм, при его успешной программной реализации сможет стать полноценной частью конечной ИСА ГИС, которая призвана заменить сложные программные комплексы, коими являются современные ГИС системы, там, где можно обойтись без профессиональных картографических знаний и лишнего опционала.

Работа проводится при финансовой поддержке федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы» в рамках государственного контракта № 02.740.11.

© Е.Л. Касьянова, П.М. Кикин, 2012

ФОРМИРОВАНИЕ И НАПОЛНЕНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ СТАТИСТИЧЕСКОГО УЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕГИОНА В ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СПРАВОЧНО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ (ИСА ГИС)

Светлана Сергеевна Дышлюк

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры картографии и геоинформатики, тел. 8(383)361-06-35, e-mail: SS9573@yandex.ru

Елена Степановна Утробина

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры картографии и геоинформатики, тел. 8(383)361-06-35, e-mail: yes1976@yandex.ru

Статья касается вопроса формирования и наполнения базы данных статистического учета экономических характеристик региона в ИСА ГИС. Учитывая сложный характер экономических явлений, появилась необходимость в создании системы взаимосвязанных статистических показателей, представляющих собой статистическую модель экономики и общества. В статье рассмотрен процесс ведения, структура и состав документографической и фактографической баз данных в ИСА ГИС. Сформулированы требования к компоновке данных в таблице, и использованию единого тематического рубрикатора (классификатора) позволяющему получить доступ ко всем показателям.

Ключевые слова: формирования и наполнения базы данных, статистическая модель экономики и общества, единый тематический рубрикатор (классификатор).

CREATING AND LOADING DATA BASE FOR STATISTICAL ACCOUNTING OF REGIONAL ECONOMIC CHARACTERISTICS IN THE REFERENCE-ANALYTICAL GIS TOOL

Svetlana S. Dyshlyuk

Ph.D., Assoc. Prof., department of Cartography and GIS, SSGA, 10 Plakhotnogo st., Novosibirsk 630008, phone: 8 (383) 361-06-35, e-mail: SS9573@yandex.ru

Elena S. Utrobina

Ph.D., Assoc. Prof., department of Cartography and GIS, SSGA, 10 Plakhotnogo st., Novosibirsk 630008, phone: 8 (383) 361-06-35, e-mail: yes1976@yandex.ru

The problem of creating and loading database for statistical accounting of the region economic characteristics in reference-analytical GIS tool is considered. Difficult economic conditions necessitated development of interrelated statistical indicators system as a statistical model of economics and the society. The process of maintenance, the structure and composition of documental and factual data bases in reference-analytical GIS are shown. The requirements to the data arrangement in the table and usage of the unified thematic rubricator (classifier), giving access to all the indicators, are given.

Key words: data base creation and loading, statistical model of economics and the society, unified thematic rubricator (classifier).

Управление экономическими процессами как на макро –, так и на микро уровне требует наличия значительного объема информации. При этом сбор и анализ информации о макроэкономических показателях, об объемах производства и уровне издержек в отраслях экономики не возможен на уровне предприятия или отдельного частного лица.

С переходом к рыночной экономике, в результате децентрализации экономических процессов, организация статистического учета в Российской Федерации столкнулась со значительными трудностями как методологического характера (появились новые виды деятельности, которые не были отражены в разработанных ранее статистических классификаторах, возникли проблемы сопоставимости данных, вследствие инфляционных процессов и различных методик формирования статистических показателей), так и технического характера (увеличился объем работы связанный с развитием частного сектора, стал затруднен сбор информации о ценах и объемах продаж, т.к. в условиях рынка эта информация отчасти является коммерческой тайной и т.д.).

Учитывая сложный взаимосвязный характер экономических явлений, их нельзя охарактеризовать с помощью одного или нескольких разрозненных статистических характеристик. Необходима система взаимоувязанных статистических показателей, представляющих собой статистическую модель экономики и общества. При этом, потребность в информации для оценки текущего состояния и планирования деятельности экономических объектов возросла как на макро – так и на микро уровне.

На этапе информатизации общества и экономики характерно повышение уровня и объемов использования информационных технологий, а именно применения ГИС и ГИС – технологий в органах власти, территориального управления, специалистами, работающими с пространственной информацией. Информацию в постоянно возрастающих объемах предоставляет обществу статистика.

В качестве основы для получения данных статистического учета экономических характеристик в ИСА ГИС служат базы данных 2 типов, которые классифицируются в зависимости от того, что принято за единицу хранения.

1. Документографическая база данных (или мультимедийной информации), в которой единицей хранения является документ, позволяющий получить сведения о пространственных объектах в виде текстового пояснения, диаграмм, а также в перспективе рисунков, схем, таблиц, графиков, фотографий, видеороликов, звукового и музыкального сопровождения, трехмерных моделей и анимации.

2. Фактографическая (или статистического учета) – база данных, где единицей хранения является статистический показатель (рис. 1).

Процесс формирования и ведения информационного фонда документографической базы не очень трудоемок и достаточно прост в обновлении. Здесь хранятся документы содержащие справочную информацию. В нашем случае в эту базу данных (в качестве эксперимента) были включены

сформированные в процессе работы дополнительные сведения, позволяющие более широко раскрыть тематический материал, это:

- Диаграммы численности населения по районам НСО, которые наглядно передают динамику численности населения по годам за период (2005–2010);
- Диаграммы рождаемости и смертности населения по годам за период (2003–2009 год), которые позволяют дополнительно раскрыть тему «естественного прироста населения» и наглядно сопоставить статистические показатели прошлых лет.

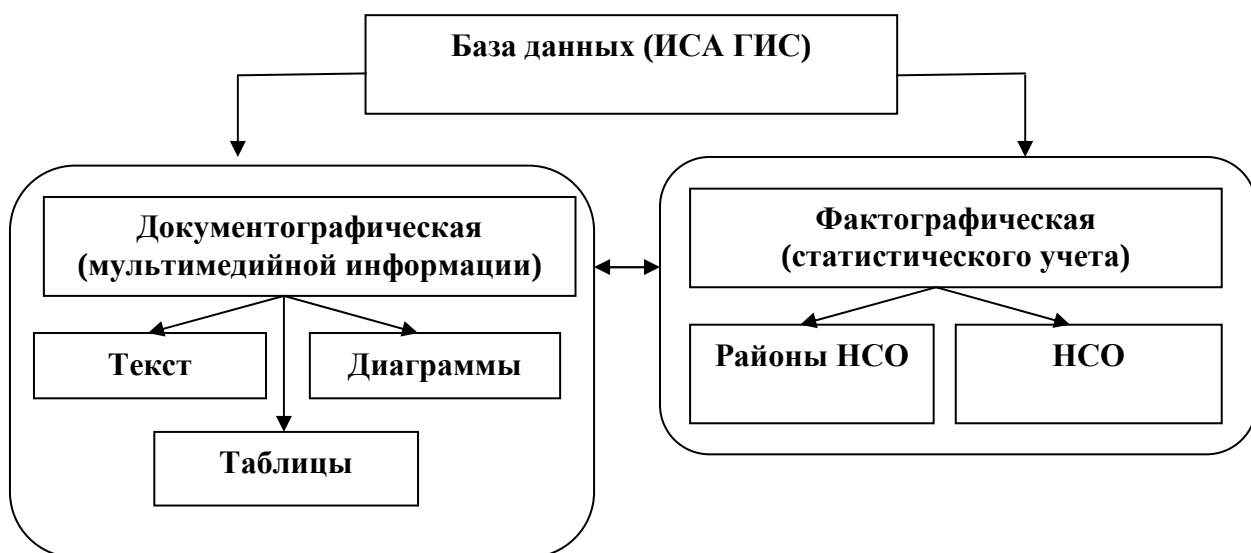


Рис. 1. База данных ИСА ГИС

Диаграммы построены по статистическим данным и представлены в формате jpeg.

В базе также хранятся документы – таблицы, представляющие собой выборку отдельных статистических данных, для построения необходимыми пользователю показателей в динамике. Например, таблицы по районам НСО: численности населения за 2005–2010гг, и рождаемости и смертности за 2003–2009 года. Данные таблиц сформированы в форматах Word, Excel*.xls.

Для использования базы данных с подобной информацией ранее было разработано особое приложение, обеспечивающее поиск необходимых форм по контексту, по заданным темам, а также программное приложение для отслеживания выполнения актуализации отчетов, т.е. уточнение и дополнение их новыми данными.

В эту базу данных также включены общие сведения о каждом районе Новосибирской области, изложенные в форме текста с иллюстрациями в формате html.

Для представления подобного рода справочных сведений о районе было структурировано описание данных и на основе этого разработана компоновка страницы.

Структура содержания описательной информации представлена следующими пунктами:

- Название района;
- Герб района (в левом верхнем углу);
- Общие сведения о районе;
- Население района (численность, национальный состав);
- Краткая информация о районном центре;
- Источник информации.

Данный материал может появляться по запросу пользователя как с помощью функционала программы MapInfo, инструмента (Link), а также с помощью специально разработанного программного приложения, для базы данных этого типа.

Для организации фактографической базы данных статистического учета экономических характеристик региона использовались материалы данных отдела статистики формата Word, которые были преобразованы в формат Microsoft Excel*.xls и скомпонованы в две специально разработанные для функционирования в ИСА ГИС таблицы это:

1. Статистические показатели экономических характеристик по Новосибирской области;
2. Статистические показатели экономических характеристик по районам Новосибирской области.

Компоновка данных в таблице разрабатывалась с учетом следующих требований:

- Данные по районам должны быть сопоставимы между собой, т.е. Для каждого района должны быть использованы одни и те же показатели;
- Данные должны быть единообразны;
- Данные должны быть сгруппированы по тематике;
- Данные по всем районам должны быть сгруппированы в единой таблице.

С целью взаимосвязи данных статистического учета и мультимедийной информации, в таблице базы данных предусмотрена колонка (Link), куда заносится адрес документа содержащего информацию о районе.

Фактографическая база данных более сложна в проектировании и ведении, но при этом она более удобна для проведения аналитической обработки данных.

Использование единого тематического рубрикатора (классификатора) дает возможность доступа ко всем показателям, полученным из всех имеющихся первоисточников. С помощью рубрикатора экономических характеристик обеспечивается интеграция данных, позволяющая свести разнородные первоисточники в единую систему.

Рубрикатор формируется с учетом принципов классификации в каталоге статистических показателей (КСП) Росстата, что обеспечивает совместимость рубрикатора экономических характеристик и КСП.

Для ИСА ГИС был сформирован следующий тематический рубрикатор статистического учета экономических характеристик региона:

1. Население и труд;
2. Уровень жизни населения и социальная сфера;
3. Предприятия и организации;
4. Добыча полезных ископаемых, обрабатывающие производства и распределение электроэнергии, газа и воды;
5. Сельское хозяйство;
6. Строительство;
7. Транспорт;
8. Торговля и услуги населению;
9. Финансы;
10. Инвестиции.

Исходные данные представляют собой значения различных социально-экономических показателей. Основная таблица хранилища данных (таблица фактов) содержит числовые значения показателей, по которым собирается статистическая информация. Общая структура этой таблицы представлена на рис. 2.

Районы	Тема (1)		Тема (2)	
	1.показатель (ед. изм.)	2.показатель (ед. изм.)	1.показатель (ед. изм.)	2.показатель (ед. изм.)

Рис. 2. Структура таблицы базы данных для хранения экономических характеристик по районам Новосибирской области

Структурированные соответствующим образом данные становятся доступны для анализа с помощью клиентского приложения, интерфейс которого реализуется в браузере средствами ИСА ГИС.

Пользователь имеет возможность получить доступ ко всей базе данных, которая будет ему предоставляться в виде: перечня тем (представленных выше), каждая из которых в свою очередь включает перечень входящих в эту тему показателей.

Например, в рубрику Население и труд входят следующие показатели это:

- а) Численность населения (тыс. чел.), с подразделением на:
 - Городское;
 - Сельское.
- б) Миграционный прирост населения (человек), с подразделением на:
 - Городское;
 - Сельское.
- в) Число родившихся (на 1000 населения).
- г) Число умерших (на 1000 населения).
- д) Естественный прирост (убыль (–) на 1000 населения).

е) Среднесписочная численность работающих на предприятии, в организациях (тыс. чел.).

ж) Численность незанятых граждан, зарегистрированных в органах государственной службы занятости (человек).

з) Признано безработными (человек).

Таким образом, пользователь, зная заложенные в базе данных показатели, может самостоятельно выполнить:

- Выборку записей из одной или нескольких таблиц (в соответствии с заданным условием);

- Рассчитать новые значения на основе данных, содержащихся в БД;

- Построить карту и сформировать отчет.

Выборка из базы данных в соответствии с заданными условиями, а также расчет итоговых значений осуществляется с помощью SQL запросов.

SQL является одним из основных способов взаимодействия подсистем ИСА ГИС с базой данных статистического учета экономических характеристик региона.

Таким образом, сформированная база данных статистического учета экономических характеристик региона ИСА ГИС представляет собой систему взаимоувязанных статистических показателей и документов (мультимедийной информации), которые позволяют формировать статистическую модель экономики региона.

© С.С. Дышлюк, Е.С. Утробина, 2012

МАРШРУТНЫЕ РЕКРЕАЦИОННО-ТУРИСТСКИЕ АТЛАСЫ: ТЕХНОЛОГИЯ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Алексей Викторович Дубровский

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, заведующий лабораторией "Дигитайзер", тел. 8(383)3610109, e-mail: avd5@mail.ru

Ярослава Георгиевна Пошивайло

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

Рекреационно-туристские атласы формируются с использованием подходов автоматизированного картографирования территории. Основное содержание атласа составляет тематическая информация по объектам историко-культурного и рекреационного значения. Наряду с существующими специализированными туристскими атласами отдельных субъектов РФ, предлагается создание маршрутных атласов объединяющих ряд территорий в единый рекреационно-туристический массив. В статье дается определение маршрутных рекреационно-туристских атласов, подходы к их созданию и анализ современных потребностей пользователей в справочно-навигационных ресурсах бумажного, электронного и web-типов.

Ключевые слова: цифровая картография, навигация, рекреация, объекты историко-культурного значения.

RECREATION-TOURIST ROUTE ATLASES: MODERN PRODUCTION TECHNIQUES

Alexey V. Dubrovsky

Ph.D., head of the laboratory "Digitizer", SSGA, 10 Plakhotnogo st., Novosibirsk, 630008, phone: 8(383)3610109, e-mail: avd5@mail.ru

Yaroslava G. Poshivaylo

Ph.D., Assoc. Prof., Department of Cartography and GIS, SSGA, 10 Plakhotnogo st., Novosibirsk 630008, phone: 8(383)361-06-35, e-mail: yaroslava_po@mail.ru

Recreation-tourist atlases are made by automated mapping of territories. The atlas features thematic information on local historical, cultural and recreational units. In addition to the existing special tourist atlases of the Russian Federation subjects the authors offer making a unified recreation-tourist route atlases, embracing a number of territories.

Definitions of recreation-tourist route atlases and approaches to their development are given. Current users' needs in paper, electronic and web reference- navigational resources are analyzed.

Keywords: digital mapping, navigation, recreation. Historical and cultural units.

Рекреационный туризм - вид туризма, который имеет своими целями использование комплекса естественных и искусственно созданных объектов, процессов или явлений для отдыха, лечения или занятий спортом населения на

определенной территории. Для многих стран, особенно европейских, рекреационный туризм является наиболее распространённым. Рекреационный туризм можно разделить на два типа: туристско-оздоровительный и познавательно-туристский.

Для каждого типа требуется свой вид рекреационных ресурсов. Под рекреационными ресурсами понимается сложная управляемая и частично самоуправляемая система, состоящая из ряда взаимосвязанных подсистем, а именно: отдыхающих людей, природных и культурных территориальных комплексов, технических систем, обслуживающего персонала и органов управления. В состав природных характеристик входят площадь и вместимость рекреационной территории, комфортность климата, наличие водных объектов, прежде всего бальнеологического свойства, эстетические особенности ландшафта и т.д. Оптимальное сочетание этих характеристик создает необходимую основу для развития рекреационного туризма.

Для туристско-оздоровительного типа важным являются климатические факторы, которые в сочетании с источниками минеральных вод и лечебными грязями создают благоприятные условия для формирования курортного комплекса. Для познавательно-туристского типа, кроме вышеперечисленных факторов важными является историко-культурный потенциал территории.

Туристическая деятельность должна быть обеспечена картографическим материалом. И если раньше это были бумажные карты и атласы, то сегодня туристы активно используют картографическую электронную и web-продукцию.

Наиболее удобно осуществлять справочно-картографические запросы, используя автоматизированные навигационные системы и глобальные информационные сети. Примерами могут служить стремительно развивающееся направление автомобильной ГЛОНАСС/GPS навигации, а также появление различных геосервисов, предоставляемых мощными справочными порталами Google, Yandex, Mail.

Однако, в силу большого территориального охвата РФ, отсутствия в некоторых областях сотовой связи, а также из-за наличия ограничений в работоспособности аппаратного комплекса, в первую очередь связанного с потреблением энергии, бумажные атласы и карты все еще являются востребованными.

Для рекреационного туризма, наряду с традиционными туристскими атласами предлагается создание маршрутных атласов объединяющих ряд территорий в единый рекреационно-туристический массив. Кроме картографического содержания маршрутные рекреационно-туристические атласы (МРТА) предоставляют справочно-описательную информацию, при этом интеграция современных технологических решений позволяет сразу предоставлять пользователю несколько продуктов: бумажный картографический, электронный навигационный и геопортальный с различными геосервисами. Примером может являться проект СГГА по созданию рекреационно-туристического геопортала на территорию НСО, рис. 1, адрес в интернете www.geoportals.ssga.ru [1].

При создании маршрутных атласов снимается традиционное ограничение туристических массивов административным делением территории. Картографическая основа создается не в границах территории субъекта РФ, а в пределах рекреационно-туристического массива с подробным описанием туристических маршрутов, которые могут проходить по территории нескольких регионов, рис. 2.



Рис. 1. Туристический геопортал СГТА

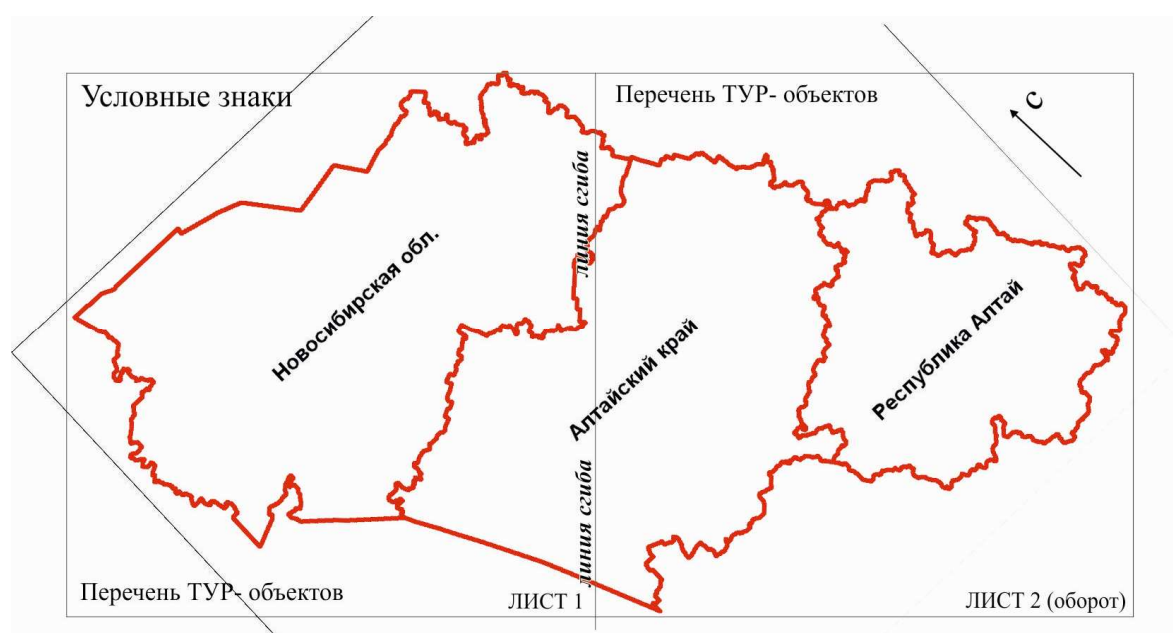


Рис. 2. Макет компоновки МРТА

Информационное наполнение атласа дублируются на сайте, где размещен рекреационно-туристический геоportal, а также в базе данных навигационного прибора. МРТА кроме основной функции – обеспечение рекреационно-туристического использования территории несет также и инвестиционную компоненту. Инвесторы-туристы привлекаются историческими достопримечательностями или местами отдыха и лечения. Инвесторы-бизнесмены, обладая информацией по развитию инфраструктуры отдыха и туризма, могут спланировать свои инвестиции в развитие наиболее выгодных направлений и сфер бизнеса связанных с рекреационно-туристическим освоением территории.

При компоновке маршрутного рекреационно-туристского атласа информация представляется в следующих видах:

а) Картографическая с разделением на общую (топографические объекты, растительность, дорожная сеть, гидрография, населенные пункты и т.д) и тематическую: объекты туризма, рекреации и историко-культурного значения. Отдельным тематическим слоем является маршрутная сеть по объектам рекреации. Маршруты классифицируются на пешие и автомобильные [2];

б) Справочно-описательная и иллюстративная информация по объектам рекреационного и историко-культурного значения. Данный раздел атласа сопровождается справочной информацией по объектам сервиса;

в) Информация координатно-навигационного назначения в виде каталога координат для приборов ГНСС. Предлагается предоставлять пользователям МРТА координаты памятников культуры и природы для разработки собственных маршрутов и использования атласа совместно с приборами спутниковой навигации.

Таким образом, интеграция единого информационно-справочного содержания МРТА с использованием различных средств представления пространственных данных позволяет не только расширить круг пользователей, но и существенно сократить средства на производство картографической продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Махов, Д.Ю. Подготовка тематической информации для представления в интерактивных сетевых сервисах [Текст] /Д.Ю. Махов, В.Н. Никитин, Я.Г. Пошивайло // Материалы научного конгресса «ГЕО-Сибирь-2009», Том 1, Часть 2 «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия», Новосибирск, 2009 г. – Новосибирск: СГГА, С. 49-55.

2. Дубровский А.В., Опыт создания мелкомасштабных цифровых топографических карт на территорию Сибирского федерального округа для целей навигации и размещения в интернете [Текст]/ В.А. Середович, С.В. Середович, А.В. Дубровский, О.И. Малыгина. - ГЕО-Сибирь-2007. Т.2. Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимости. Ч.2: сб. матер. III междунар. научн. конгресса «ГЕО-Сибирь-2007», 25-27 апреля 2007 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2007. – С. 157-161.

© А.В. Дубровский, Я.Г. Пошивайло, 2012

ПРИМЕНЕНИЕ ТРЁХМЕРНЫХ ЭФФЕКТОВ ДЛЯ УЛУЧШЕННОГО ВОСПРИЯТИЯ КАРТ

Дмитрий Владимирович Дмитриев

ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная геодезическая академия», 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, ведущий инженер, тел. (383) 361-01-13, e-mail: jobtime@list.ru

Юлия Юрьевна Дмитриева

ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная геодезическая академия», 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, ведущий инженер, тел. (383) 361-01-13, e-mail: jobtime@list.ru

Вопросы улучшения восприятия картографического изображения актуальны всегда. Современные технологии компьютерной графики позволяют применять дополнительные реалистичные эффекты. Авторами предложен новый вид карт, объединяющий преимущества ортогональных и перспективных проекций.

Ключевые слова: карты, трёхмерные, 3D, перспективные, объёмный, реалистичный, картография, настенные, бумажные, динамические, статические, просмотр, ориентирование, визуализация, масштаб, современный, ортогональная проекция, освещение, тень, окружающий мир, метрически точный, гибридная карта, моделирование, оптимальная высота, масштаб, источник света, трёхмерный эффект, изображение территории.

3D EFFECTS FOR MAP VISUALIZATION IMPROVEMENT

Dmitry V. Dmitriyev

Lead engineer, Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo St., 630108 Novosibirsk, phone: (383) 361-01-13, e-mail: jobtime@list.ru

Yulia Yu. Dmitriyeva

Lead engineer, Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo St., 630108 Novosibirsk, phone: (383) 361-01-13, e-mail: jobtime@list.ru

The challenge of cartographic image visualization is everlasting. Modern computer graphics techniques permit using special realistic effects. The authors offer a new kind of maps, integrating the advantages of both orthogonal and perspective projections.

Keywords: maps, 3d, perspective, realistic, cartography, wall, paper, dynamic, static, view, orientation, visualization, scale, orthogonal projection, illumination, shadow, surrounding world, metrically accurate, hybrid map, modeling, optimal height, light source, 3D effect, territory image.

Карты можно поделить на две группы:

– Карты для специалистов (строителей, военных, экологов и т.д.) – людей, которые обучались воспринимать и использовать специальную информацию на карте для решения их задач;

– Карты для неспециалистов (обычных людей, использующих карту, в основном, для просмотра и общего ориентирования).

Рассмотрим вторую категорию карт, которую в современных условиях можно разделить на:

- Динамические карты, визуализируемые в компьютере;
- Статические карты – как правило, напечатанные на твёрдой основе (бумага, пластик и т.п.).

Динамические карты могут отображаться в компьютере в одной плоскости с возможностью интерактивного изменения масштаба, а могут отображаться в различных вариациях трёхмерных проекций, с возможностью не только динамически изменять масштаб, но и оперативно изменять ориентировку карты для выбора более удобной точки просмотра небольших участков территории.

Статические карты, также, могут отображаться в плоскости (ортогональная проекция), а могут и в трёхмерной проекции, но в этом случае трёхмерную проекцию можно рассмотреть только с одной точки, выбранной автором карты.

Авторами предлагается «осовременить» визуальное восприятие статических карт. Для этого рассмотрим более подробно проекции.

Ортогональная проекция – это метрически точное схематичное изображение окружающего мира в виде очертаний элементов местности и предметов на ней и условных знаков. При создании такой проекции предполагается, что на любую точку карты взгляд проецируется под прямым углом, а освещение предполагается рассеянное по всей территории.

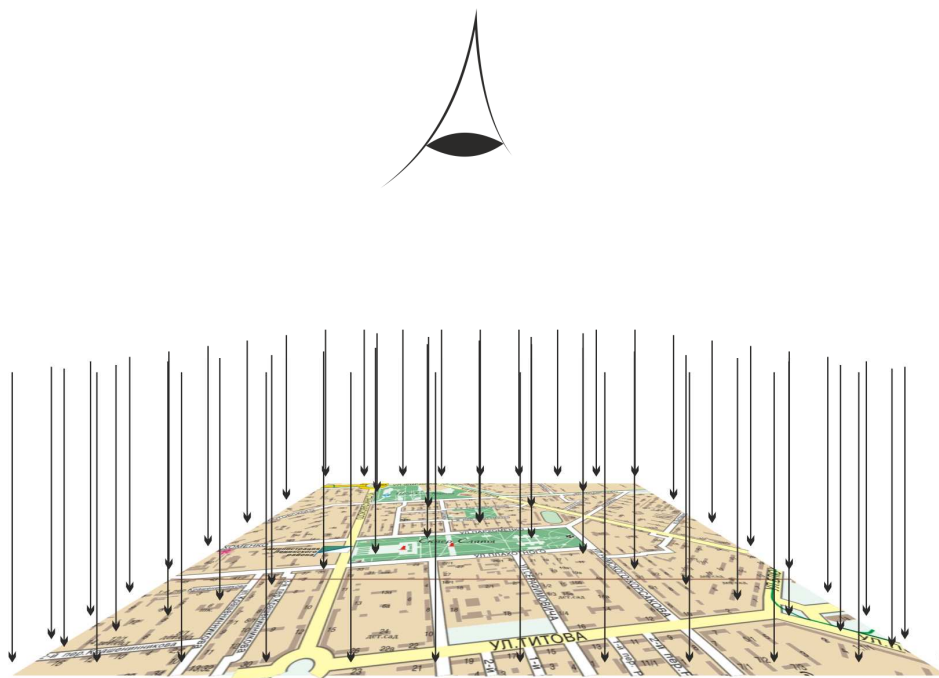


Рис. 1. Взгляд на местность в каждой точке под прямым углом

Но с учётом того, что человек воспринимает окружающий мир в трёхмерном изображении, часто можно увидеть попытки изобразить территорию на карте именно в трёхмерном виде. У такого изображения есть два недостатка. Первый - оно перестаёт быть метрически точным. Масштаб трёхмерного изображения меняется в связи с особенностями восприятия его человеком. Второй – объёмные элементы перекрывают часть информации на карте.



Рис. 2. Пример трёхмерной карты

Авторами предлагается совместить ортогональную и трёхмерную проекции в одну гибридную карту, взяв плюсы от каждой проекции и исключив их минусы.

Для реализации этой задачи необходимо создать трёхмерную карту. Авторами для этого была выбрана программа реалистичного трёхмерного моделирования ArchiCad.



Рис. 3. Реалистичная трёхмерная карта г. Новосибирска

Для создания ортогональной карты с трёхмерными эффектами нужно выбрать вид сверху, подобрать оптимальную высоту, при которой охватывается взглядом несколько кварталов, а сами объекты хорошо просматриваются на карте. Подбор оптимальной высоты можно возложить на субъективное восприятие автором. В дальнейшем можно вывести формулу, вычисляющую этот параметр в зависимости от масштаба карты. Очень важным моментом является выбор источника света. Источником света выбирается Солнце или, по-другому, точечный источник света, находящийся в стороне от точки зрения при создании вида очередного участка карты. В результате создаётся «вид сверху» на трёхмерное изображение территории с тенями от высоких объектов: домов, памятников и т.д. Тень является дополнительным «усилителем» трёхмерного эффекта. Таких участков создаётся множество (но гораздо меньше, чем при создании ортогональной проекции) на всю территорию. Это позволяет оптимизировать метрические искажения до приемлемого для обычного пользователя уровня. В результате получается ортогональная карта, так как она создана из множества видов под прямым углом к территории. Трёхмерный эффект на таких участках еле заметен, но он есть. А эффект от теней усиливает ощущение объёма и даёт представление о высоте каждого объекта.

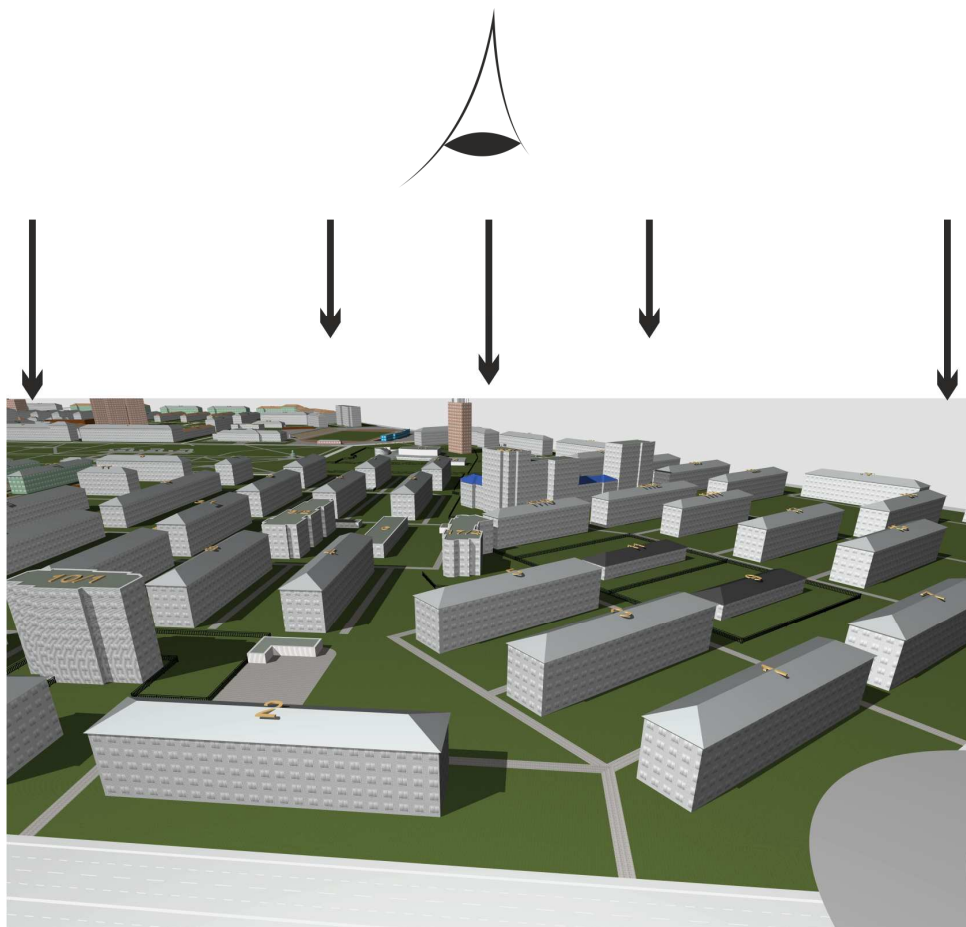


Рис. 4. Подбор видов на трёхмерную карту

В результате мы получили совершенно новый вид карт – гибридный, совмещающий в себе преимущества ортогональной и трёхмерной проекций.



Рис. 5. Карта с объёмными эффектами

© Д.В. Дмитриев, Ю.Ю. Дмитриева, 2012

КОМПЛЕКСНОЕ АТЛАСНОЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ГОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ Г. КУТАИСИ) (ГРУЗИЯ)

Тедо Зурабович Горгодзе

Тбилисский государственный университет, 0161, Грузия, г. Тбилиси, ул. Ардазиани 32, докторант ТГУ, тел. (+995 93)30-82 24, e-mail: tedogorgodze@yahoo.com

Тенгиз Петрович Гордезиани

Тбилисский государственный университет, 0182, Грузия, г. Тбилиси, ул. Кизихская 9, кв. 3. Ассоциированный профессор департамента географии, точных и естественных наук, кандидат географических наук, тел. (+995 32)271-70-46, e-mail: tengizgordeziani@gmail.com

Гоча Автандилович Джинчарадзе

Институт гидрометеорологии, 0195, Грузия, г. Тбилиси, ул. Рачисубанская 51. Научный сотрудник, тел. (+995 32)270-20-80, e-mail: gochjincharadze@gmail.com

Тамара Ушанговна Мамукашвили

Тбилисский государственный университет, 0171, Грузия, г. Тбилиси, ул. Долидзе 1, кв. 39, докторант ТГУ, тел. (+995 32)33-31-81, e-mail: tammami@mail.ru

Реваз Шотаевич Толордава

Сухумский государственный университет, 0167, Грузия, г. Тбилиси, Глданский массив, IV микрораион 105, кв. 40. Ассоциированный профессор департамента географии, естественных наук, кандидат географических наук, тел. (+995 32)257-79-15, e-mail: rezo_06@mail.ru

Манана Давидовна Шарашенидзе

Тбилисский государственный университет, 0144, Грузия, г. Тбилиси, ул. Дгебуадзе 56, докторант ТГУ, тел. (+995 93) 94-62-75, e-mail: manana.sharashenidze@yahoo.com

В статье разработана методика геоинформационного атласного картографирования городов. Для г. Кутаиси создана база данных. Составлены цифровые географические карты для картографируемого объекта в масштабе.

Ключевые слова: Компоновка элементов карты, база данных, электронный атлас, геоинформационное картографирование, компоновка картографической информации.

GIS MAPPING OF INTEGRATED URBAN ATLAS (ON THE EXSAMPLE OF KUTAI SI) (GORGIA)

Tedo Z. Gorgodze

Ph.D of geographical department of exact and natural sciences of Tbilisi, I. Javakhishvili State University , 0160 Georgia, Tbilisi, Ardaziani street 32, b., phone number (+995 93)30-82-24, e-mail: tedogorgodze@yahoo.com

Tengiz P. Gordeziani

Tbilisi State University, 0182 Georgia, Tbilisi, Kiziki Street 9, b. 3, Associate Professor at department of Geography, departament of exact and natural sciences. Candidate of Geographical Science. phone number (+995 32) 271-70-46, e-mail: tengizgordeziani@gmail.com

Gocha A. Jincharadze

Institute of Hydrometeorology, 0195 Georgia, Tbilisi, Rachisubanis Street 51, Scientist, phone number (+995 32) 270-20-80, e-mail: gochajincharadze@gmail.com

Tamar U. Mamukashvili

Ph.D of geographical department of exact and natural sciences of Tbilisi, I. Javakhishvili State University. 0171 Georgia, Tbilisi Dolidze street 1., b. 39, phone number (+995 32) 33-31-81, e-mail: tammami@mail.ru

Revaz Sh. Tolordava

Sokhumi State University. 0167 Georgia, Tbilisi, Gldani IV m/d. 105., b. 40., Associate Professor at department of Geography, Faculty of Natural Sciences, candidate of Geographical Science, phone number: (+995 32) 2 57-79-15; e-mail: rezo_06@mail.ru

Manana D. Sharashenidze

Tbilisi State University, 0182 Georgia, Tbilisi, 144 Georgia, Dgebuadze Street 56., Ph.D. student at Tbilisi State University, phone number (+995 93) 56-41-24, e-mail: manana sharashenidze

In the article the methodology of integrated urban GIS Mapping was developed. The database of Kutaisi and Geographical digital maps have been completed.

Key words: Map Layout, Database, Electronic atlas, GIS mapping, Layout of Cartographical Information.

Введение. В работе рассмотрены методы комплексного картографирования городов и на основе этого создан геоинформационный атлас города Кутаиси и его окрестностей – одного из важнейших городов Грузии.

На сегодня во всем мире большой актуальностью пользуется комплексное геоинформационное картографирование городов, которое тесно связано с развитием современной техники и технологий. Помимо этого надо заметить, что комплексный геоинформационный атлас дает возможность совершенствовать правление города как сложнейшей общественной системы и способствует сбору, изучению и анализу большого объема информации.

Геоинформационное картографирование городов - это новое направление в грузинской картографии. Впервые в этом направлении нами было проведено научное исследование, а также был создан комплексный геоинформационный атлас города. Исходя из этого г. Кутаиси является первым городом Грузии, для которого был составлен комплексный геоинформационный атлас.

Решение вопросов поставленных в работе осуществляется посредством теоретических и практических способов и методов, используемых в картографической науке [1]. В работе был использован опыт как грузинских, так и зарубежных ученых-картографов, который связан с комплексным, либо тематическим картографированием. В работе использованы также формы картографического метода исследования - анализ, синтез, абстрагирование, обобщение, моделирование [5]. Используются также аэрокосмические и геоинформационные методы исследования.

Работа представляет собой комплексное картографирование города Грузии, а вместе с этим является первой попыткой обработки способов и методов

необходимым для этого [3]. г. Кутаиси является первым городом Грузии, комплексный атлас которого был создан геоинформационными методами (в цифровом формате), что еще больше повышает его научную ценность.

Одним из направлений комплексного картографирования является атласное картографирование городов. Интерес к данной отрасли вызывает высокий темп урбанизации и сложность единой системы правления.

Городское комплексное геоинформационное картографирование представляет собой новую отрасль Грузинской картографии.

Данная работа включает в себя создание комплексного геоинформационного атласа важнейшего города Грузии – Кутаиси а также его окрестностей. Атлас должен включать в себя максимально точную и полную информацию. По истечению определенного времени необходимо заменить устаревшую информацию новым. Этот процесс облегчает электронная (цифровая) форма атласа. Внесение новой информации будет намного проще и легче, чем в атлас созданный традиционными методами.

Все вышесказанное доказывает то, что развитие геоинформационного комплексного картографирования подвергло росту и является необратимым процессом, что в свою очередь связано с развитием современной техники и технологии.

Исследование объекта. Создание фундаментальных атласов относится к важнейшим общечеловеческим достижениям. Они отражают интересы всех отраслей изучающих процессы протекающие на земле (вероятно и в космическом пространстве).

Согласно общей классификации атласов, они подразделяются на две большие группы: географические и негеографические. Атлас г. Кутаиси и его окрестностей относится к числу географических атласов. Именно поэтому мы заостряем своё внимание на географических атласов и характерных для них свойствах. На сегодня каждая карта создается спомощю компьютерных графических программ в цифровом формате. Помимо этого они содержат дополнительную информацию в виде текста, таблицы, иллюстрации. Все это в целом создает геоинформационную систему (ГИС). Атлас г. Кутаиси и его окрестностей составлен вышеуказанными методами, исходя из этого он является геоинформационным.

Процесс составления атласов отдельных городов протекает на протяжении нескольких десятков лет, однако до последнего периода создание таких атласов в Грузии являлось редким процессом. Развитие современной техники в этом направлении увеличила потребность и заинтересованность общества.

Во время картографирования любой территории одной из важнейших характеристик является пространственная вместимость. При атласном картографировании территориальный охват исследуемого объекта определяет масштаб карт входящих в состав атласа и размеры формата самого атласа. Помимо этого территориальная вместимость оказывает значительное влияние на содержательную нагрузку карт атласа. Отсюда следует вывод, что при атласном картографировании возможно карта картографируемой территории меньшего охвата содержит больше информации, чем карта охватывающий большую

территорию. При этом, чем меньше пространственная вместимость, тем больше вероятность использования крупного масштаба для составления карт. Если отобразить большую территорию в крупном масштабе, то возникнет необходимость разделения картографируемой территории на отдельные планшеты. В таком случае формат атласа будет слишком велик, что будет осложнять его использование. Исключением является атлас составленный с помощью современных технологии (электронные атласы), для которых формат не является решающим.

Современные технологии дают возможность для того чтобы картографирование большой территории происходила непрерывно, в крупном масштабе. Современное программное обеспечение, которое используется для создания геоинформационных систем (ГИС), даёт возможность нанесение информации на одной основе, как по отдельности (относительно тематики), так и вместе, только с использованием соответствующих картографических методов и средств.

Исходя из вышесказанного в создании атласов с помощью электронного метода территориальная вместимость теряет своей значение. Исключением является тот случай, когда необходимо печатать атлас. В это время территориальная вместимость имеет свое первостепенное значение.

Вторым важнейшим фактором при атласном картографировании является масштаб карт, которая является одним из главным элементом программы атласа. В современной картографической литературе масштаб определяется как семантическая категория, которая тесно связана с картографическими формами абстрагирования и обобщений. Чаще всего во время атласного картографирования используют мелкие масштабы.

В современной картографии существует масштаб нескольких видов: пространственный, содержательный и временной.

Масштаб определяет содержательную нагрузку карты, а также формат. Определение масштаба это начальный этап создания любой карты.

Одной из основных определяющих географических атласов является тематическое, либо содержательное многообразие. В связи с этим выделяются: общегеографические, комплексные, тематические и специальные атласы. Кроме вышеописанных, существует также геоинформационный атлас, который может быть идентичный с одним из вишеперечисленных. Однако исходя из современных технологий, он имеет относительные качества, что обуславливает его составление электронным путем.

Нами было рассмотрено и обработано около 30 географических атласов, но только на нескольких из них мы заостряли свое внимание. Выбор атласов определила пространственная вместимость. Каждый из них является городским атласом, кроме атласа Грузии, который является для нас важнейшим материалом. Нами были рассмотрены комплексные атласы г. Парижа, г. Москвы, г. Ташкента, г. Тамбова и др.

Кроме вишеперечисленных, интерес представляет также те атласы, которые включены в глобальный информационный сеть (интернет) и исходя из этого созданы современными (электронными) методами [8]. Классификация

атласов относительно их функции и содержания сложна, так как характеризуется огромным разнообразием. В атласах отражаются природные и общественные явления как в виде отдельной тематики, так и с другим содержанием вместе.

Кроме нами использованных атласов, в глобальный информационный сеть размещены также карты и схемы городов, количество которых составляет несколько тысяч. Также в интернете имеются карты пригородов, аэро- и космические снимки, схемы размещения метрополитенов и др.

Комплексный геоинформационный атлас г. Кутаиси и его окрестностей имеет научно-справочный характер. До составления атласа было обработано большое количество информации, которая была получена из соответствующей литературы, организации и учреждения, а также от консультаций со специалистами.

В программе атласа определялось комплексное содержание, объем (50 стр.) и формат (размер для работы 21×29,7см). Надо отметить, что формат был выбран специально для этой работы. Программа включает отделы атласа и перечен входящих в неё карт [3]. Кроме карт в атлас входят текстовые характеристики исследуемых явлений. Для составления карт были использованы несколько масштабов.

В макете атласа даётся структура каждой страницы. На макет страницы помещены: основная карта, легенда, диаграмма и графики. В целом в атласе исследовались и рассматривались несколько вариантов распределения страниц, основные примеры которых изложены на рис. 1.

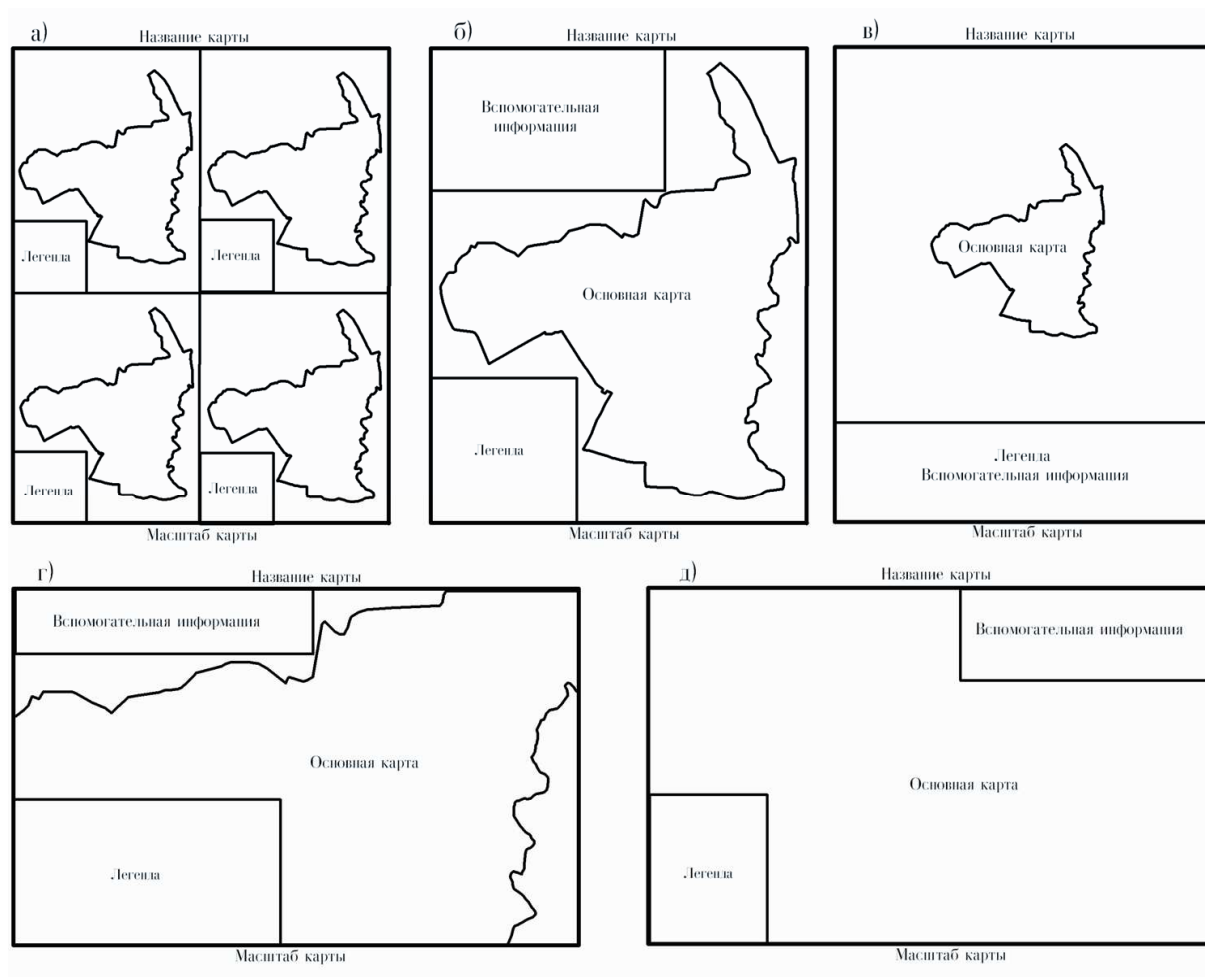


Рис. 1. Примеры макета композиционного расположения карт атласа:

а), б), г) – карты города; в) – карты окрестностей; д) карты Грузии и Имеретинского региона

В процессе работы обязательным условием являлось ведения полевых работ, в результате которых была получена новая информация и уточнена уже имеющаяся. Обработка накопленной информации происходила в камеральных условиях, при помощи компьютерной техники.

При учете классификационной схемы географического атласа, атлас г. Кутаиси и его окрестностей имеет следующие показатели: содержание – комплексное, территориальная охват – город и его окрестности, назначение – научно-справочное, совокупность способов создания – геоинформационный, формат – средней величины или неопределенное, способ пользования – настольный, электронный.

После рассмотрения методических вопросов создания комплексного геоинформационного атласа г. Кутаиси и его окрестностей, была разработана схема внутренней структуры атласа, которая подразумевает классификацию всего арсенала карт, которые входят в состав атласа.

Город Кутаиси расположен в центральной части Западной Грузии. Территория города 71 кв.км. Кутаиси является административным центром Имеретинского региона Грузии [4]. Город и его окрестности принадлежит

низине, расположенной посередине Кавказа. Характерен низино-равнинный и низкогорно-холмистый рельеф. Основная часть территории находится на высоте 110-150 метров над уровнем моря (средняя высота города 150 м.). В формировании рельефа основная роль принадлежит современным геоморфологическим процессам, из которых выделяются: аккумуляция, денудация, эрозионные процессы и др.

В конце юрского периода город и его окрестности покрывались морем. От моря территория на рубеже третичного и четвертичного периодов, обрела современный рельеф, который изменяется и в настоящее время. Предположительно около полумиллиона лет назад эта территория обрела все необходимые условия для обитания человека. В окрестностях г. Кутаиси находятся следующие полезные ископаемые: барит, калцит, бентонитные глины, мрамор, строительные материалы и пр.

Климат влажный субтропический. Значительное влияние на него оказывает близость Черного моря. Характерно сухое, жаркое лето и достаточно теплая зима. Долгота солнечного сияния 2004 часа в год. Суммарная радиация – 118 ккал/см², средняя годовая температура +14,5⁰С (в январе +5,2⁰С, в августе +24⁰С), количество атмосферных осадков в среднем 1400 мм, количество дней со снегами не превышает 25, редко бывает туман и гроза, очень редко – град; относительная влажность воздуха 70-80%; дуют западные и восточные ветры (фионы), которые бывают в среднем 114 день в году.

Из рек Кутаиси и его окрестностей надо отметить: Риони, Цкалцитела, Огаскура, Руа, Шавгеле, Квирила, Ханисцкали, Губисцкали, Цхалтубо, Чишура и пр. Из водохранилищ важнейшие Гуматское и Варцхское. Из каналов – Рионгесский и канал «Машвели».

В окрестностях города распространены аллювиальные, субтропические подзолистые, желтоземные, бурые, карбонатные и дерново-карбонатные почвы. Из ареалов распространения растений важнейшее: «Сагориистке», государственные заповедники – «Аджамети» и «Сатаплиа». Здесь распространены: дуб, бук, граб, каштан и др. Животный мир достаточно скуден. Распространены хищники, грызуны, рукокрылые, насекомоядные, разнообразные пернатые, рептилии, амфибии, рыбы, насекомые.

Город делится на 11 муниципалитетов: Автозаводский, Бакисубанский, Победы, Гуматский, Никейский, Сагориисткий, Сапичхисткий, им. Сулхан-Саба, Укимерионский, Город-музейский, Дзелквианский.

По количеству населения Кутаиси второй город Грузии после Тбилиси. Количество жителей составляет 185 965 чел. (2010 г.). Половая структура характеризуется большинством женского пола (мужчин - 45%, женщин - 55%). В возрастной структуре замечается уменьшение представителей молодого и среднего возраста (20-50 лет). В национальной структуре 96% составляют грузины.

В г. Кутаиси и его окрестностях действуют 3 гидроэлектростанции, больше десяти крупных и сотни мелких промышленных производств. В окрестностях города хорошо развиты сельскохозяйственные отрасли: производство зерновых культур, виноградарства, разведение огородов, фруктовое садоводство,

плантаций. Из отраслей животноводство развиты скотоводство, свиноводство и пчеловодство. Распространены железнодорожный, автомобильный и воздушный виды транспорта. В городе находится около 150 образовательных и научных учреждений. В системе здравоохранения объединены около 10 больниц, 3 роддома, около 30 клиник, более 100 аптек и др. В городе находится больше 20 храмов, монастырей и церкви, также около 20 культурных учреждений, 2 футбольные стадионы, около 30 спортивных площадей и залов, 4 плавательных бассейнов. Хорошо развита торговая сеть: в городе содержится 25 колхозных и промышленных рынков, более 600 магазинов, около нескольких десятков объектов общественного питания. Также множество учреждений сферы обслуживания. Распространению массовой информации в городе и его окрестностях служат 3 телекомпании, 2 радиокomпании, 5 газет и журналов, несколько рекламных агентств и т. д. В городе действуют 3 автоматических телефонных станции (АТС), компании мобильных связей и др.

На сегодня новостроенная часть г. Кутаиси составляет 45,8% (32,5 км²) от всей территории города, а в будущем существует перспектива роста по направлению западной и юго-западной стороны.

Кутаиси один из старейших городов мира. В поэме Аполлония Родосского «Аргонавтика» говорится, что в XIV-XIII в.в. до нашей эры Кутаиси был столицей Колхидского царства. В 978 г. стал первой столицей единой Грузии. Последним царем Кутаиси был Соломон II (1789-1810). С 1804 г. Имеретия оказалась под покровительством России. С 1811 г. Кутаиси стал военно-административным центром Имеретинского края, в декабре 1846 г. – центром губернии. В 1930 года Кутаиси объявлен городом Республиканского значения. К 1930-1959 гг. город представлял собой административный центр края. С 1996 года до настоящего времени Кутаиси является административным центром Имеретинского региона.

В городе и его окрестностях обнаружены археологические памятники разных видов: пещеры, естественные скалы со следами поселения, захороненные, медные клады, а также случайные находки. Они относятся возрастным категориям: палеолиту, неолиту, энеолиту, раннему бронзовому, среднему бронзовому и позднему бронзовому периоду, железной эре, эллинистической эре, античной эре [2].

В глобальной информационной сети (интернет) о г. Кутаиси имеется достаточно объемная информация. Значительная часть информации представлена в виде текстов. Её сопровождают иллюстрации (фотографии). Что же касается карт, то их количество скудно. Самыми информативными сайтами, которые содержат информацию о г. Кутаиси, являются «EverythingAboutKutaisi – Georgianversion.htm» (Все о Кутаиси), «VirtualTravelsofCityKutaisi», «www.Kutaisi.Org/Similar pages», «uefa.com – Football Europe – Countries & Clubs – Torpedo Kutaisi», «AllRefer.com – Kutaisi (CIS And Baltic Political Geography)» и др.

Считаем, что процессе пополнения информации в интернете должен быть продолжен. Поэтому было принято решение о размещении в интернете данных о городе исходя из нашей работы. После разработки методики создания

комплексного геоинформационного атласа г. Кутаиси и его окрестностей и сбора необходимой информации, были разработаны общегеографические основы карт атласа, которые были созданы при использовании топографических карт и планов [6].

На общегеографические основы были нанесены основные элементы содержания: неселенные пункты, границы, дороги, гидрографическая сеть, растительный покров (рис. 2). Для карт отличающихся по масштабу и тематике упомянутые элементы, а также отрасли. Здесь помимо других надписей, нанесены названия основных улиц города. Помимо географических элементов, на картах присутствует координатная сетка, помогающая найти на карте тот или иной объект.

После составления общегеографических основ, разработана условная система знаков для карт атласа. Этот процесс был осуществлен логической неочередностью полученной при комплексном картографировании. Для составления системы знаков были использованы методы и способы принятые в традиционной картографии.

В системе картографических знаков, которая была использована при составлении комплексного атласа г. Кутаиси и его окрестностей встречаются большинство условных знаков, существующих в картографии. Эти знаки являются точечными (алфавитные, геометрические, символические и художественные), линейными (изолинии, линии движения) и локализованные в площади (качественный или цветовой фон, ареалы, картограммы). В целом в атласе использовано более сотни знаков.

Следующим этапом после составления общегеографических основ и разработки условных знаков, является создание тематических карт и нанесение их содержания на готовую общегеографическую основу. В первую очередь были разработаны обязательные для каждой карты тематические элементы. Мы учли их логическое сходство с элементами общегеографической основы для получения тематически завершенной карты.

Если общегеографические основы разных карт атласа сходный, часто идентичны, то элементы тематического характера отличаются друг от друга. На всех картах атласа, для отображения тематического содержания используется такие же картографические изобразительные средства, как и при составлении общегеографических основ.

Большинство карт атласа сопровождается дополнительной информацией, которая дана в виде таблицы. Она составлена при помощи программного обеспечения «Mapinfo» и прилагается к отдельным объектам, расположенных на карте. Таблица принадлежащая к разнообразным тематическим картам содержит как одну и ту же, так и разную информацию. Например, на таблицах прилагающихся к политическо-административным и административным картам, изложена информация о разных показателях в разных населенных пунктах - типе населения, административное значение и др. На таблицах, прилагающихся к социально-экономическим картам, даны адреса объектов, коды, которыми отличаются их местонахождения на карте и т. д. [6].

Сравнение отдельных тематических карт атласа и прилагающихся к ним таблиц, даёт отдельную геоинформационную систему г. Кутаиси и его окрестностей.

Классификацию карт атласа г. Кутаиси и его окрестностей лучше осуществлять учитывая общую классификационную систему карт, в которой выделяют 4 основных принципа: содержание, масштаб, территориальный охват и назначение. По сложности содержания также выделяют более низкие по рангу три классификационные единицы – типы, согласно которым карты в свою очередь делятся на аналитические, синтетические и комплексные.

Чаще всего в атласе встречаются синтетические карты, реже – аналитические и комплексные. Аналитическими являются карты физические, климатические, экологические, а также исторические и современные карты участков города. Комплексными являются политическо-административная карта Грузии, административная карта Имеретинского края, а также административная карта окрестностей города. Остальные карты относятся к синтезическим.

По масштабу мелкомасштабными считаются политическо-административная и транспортные карты Грузии, к среднемасштабным относятся - административная карта Имеретинского региона. Все остальные относятся к крупномасштабным.

Относительно территориального охвата большинство карт включают в себе город и его окрестности. Две карты включают в себе Грузию, а одна карта – территорию Имерети. Все карты, помещённые в атласе, имеют научно-справочное назначение.

Между картами атласа обязательно должна существовать взаимосогласованность, что проявляется в их логическом единстве. Геоинформационная система даёт возможность, в случае необходимости, наложения друг на друга карт разного содержания одного изучаемого объекта, что приводит к образованию карты нового содержания. Карты, входящие в состав атласа г. Кутаиси и его окрестностей, в основном, стандартного содержания, но несмотря на это при взаимосогласованности элементов тематического содержания единных карт, возможным становится получение разнообразной информации. Такую возможность даёт электронный формат атласа. Каждое тематическое содержание существует в виде отдельных слоев в памяти компьютера. Основы карт созданы на базе крупномасштабных топографических карт, и при этом хорошо соблюдена картометрическая точность. Совместимость различных слоев определяет возможности быстрого создания разнообразный по содержанию синтезических и комплексных карт, а также становится реальным одновременный просмотр и анализ природы изучаемой территории и разных параметров общественных явлений.

Все карты, входящие в атлас г. Кутаиси и его окрестностей (напр. рис. 2, рис. 3, рис. 4) имеют научно-справочное назначение, что указывает на их многостороннее использование. Каждую карту можно использовать в учебном процессе, для правления народным хозяйством, в процессе изучения и мониторинге окружающей среды, для перспективного планирования и др. К

картам прилагается вспомогательная информация (тексты, диаграммы, графики и т. д.), которая определяет их высокую информативность. Каждая карта содержит множество информации, точна и детальна, благодаря этому дает наиболее полное представление о картографируемой территории. Мы считаем, что карты атласа пригодны и для руководящих организаций, представителей различных отраслей, для ученых, которые изучают природные и общественные явления, исторические и археологические памятники городов и их окрестностей. Также карты атласов большую помощь окажут туристам и лицам заинтересованным городом. Кроме того, использованные карт возможно также во время картометрических измерений длины, расстояния, площади, а также установления других показателей.

После графической части атласа (карты, иллюстрации, графики, профили, диаграммы), следует указатель, который имеет текстовую форму. Иногда вместе с текстом используются специальные заметки, которые способствуют лучшему пониманию информации, помещенной в указателе. Этот указатель создан с учетом карт атласа, он содержит ту информацию которую невозможно передать с помощью карт.

В общем, геоинформационная система состоит из трех основных частей: карта, база данных и пространственный анализ [7]. Атлас г. Кутаиси и его окрестностей нужно рассматривать в этом контексте. Созданная нами геоинформационная система содержит четыре основных блока: 1. расположение, территория, границы; 2. природные условия; 3. общественные явления; 4. история и археология.

Каждый блок включает в себе карты и базу данных, которые содержат большой объем информации. Информация существует в текстовой и графической форме. Каждый объект, находящийся на карте (точка, линия, полигон) является векторной величиной и содержит определенный код, с помощью которого с ними связана определенная информация. Любая информация сохраняется в виде векторного слоя, что дает возможность осуществления любого воздействия [6].

Заключение. В данной работе осуществилось комплексное геоинформационное картографирование г. Кутаиси и его окрестностей. Также на примере картографируемой территории была разработана методика комплексного атласного геоинформационного картографирования, которого можно использовать в качестве учебного пособия для комплексного геоинформационного картографирования других городов. Кроме этого, следует отметить что эту работу можно применить в других отраслях науки, изучающих подобную тематику.

Исходя из вышесказанного, мы решили следующие задачи:

– Рассмотрены методологические вопросы комплексного атласного геоинформационного картографирования на примере г. Кутаиси и его окрестностей. Оработаны были способы и методы картографирования необходимые для отдельной тематики, на основе которой была сформулирована общая методика комплексного атласного геоинформационного картографирования городов;

– Проведён ГИС-анализ карт атласа, относительно основных критериев. С помощью ГИС была установлена взаимосвязь между отдельными картами. Также было проанализировано значение карт в практической деятельности. Был проведён анализ геоинформационной системы г. Кутаиси и его окрестностей, а также перспектива его использования с помощью ГИС метода.

В конечном итоге нами были получены следующие результаты:

1. Была разработана методика комплексного атласного геоинформационного картографирования города;
2. Проведено комплексное атласное геоинформационное картографирование г. Кутаиси и его окрестностей;
3. Была создана геоинформационная система г. Кутаиси и его окрестностей;
4. Был создан и подготовлен к изданию комплексный атлас г. Кутаиси и его окрестностей.

Следует отметить, что необходимо продолжить работу в этом направлении и с целью усовершенствования комплексного геоинформационного атласа г. Кутаиси и его окрестностей. Помимо этого следующим этапом является переход от создания нами геоинформационной системы к помещению этой информации в глобальную информационную сеть (интернет). Это способствует тому, что вышеуказанная система станет доступной для всех и будет возможным способом широкого пользования.

В конце нужно отметить, что на основе нашей работы в Грузии была положена основа комплексного геоинформационного атласного картографирования городов. Этот процесс необходимо продолжить и создать геоинформационную систему для всех городов Грузии (возможно также для других населенных пунктов и территориальных единиц). Эти процессы способствуют дальнейшему развитию картографии и геоинформатики в Грузии, а также использованию современной техники и технологии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Асланикашвили А.Ф. Комплексное картографирование городов // сб.: Актуальные вопросы картографии – 1988. С. 6-24.
2. Горгодзе Т.З. Картографирование археологических и историко-архитектурных памятников г. Кутаиси и его окрестностей // Наука и технология – 2000. - #10-12, С. 103-105.
3. Горгодзе Т.З., Чекуришвили Р.И. Организационные вопросы для создания комплексных атласов // Кавказский географический журнал – 2002. - #1, С. 149-151.
4. Горгодзе Т.З. Географическое расположение, территория и границы г. Кутаиси // Наука и технология – 2004 - #10-12, С. 91-95.
5. Гордезиани Т.П., Горгодзе Т.З., Шарашенидзе М.Д. Основные свойства картографических форм анализа и синтеза // География Грузии - 2003. - #2, С. 88-92.
6. Гордезиани Т.П., Горгодзе Т.З. Создание компьютерных основ комплексного атласа г. Кутаиси // Кавказский географический журнал – 2003. - #3, С. 85-86.
7. Николаишвили Д.А. Геоинформационные и экспертные системы – 2004. (на груз. яз.).
8. (www.siteatlas.com).

© Т.З. Горгодзе, Т.П. Гордезиани, Г.А. Джинчарадзе,
Т.У. Мамукашвили, Р.Ш. Толордава, М.Д. Шарашенидзе, 2012

ГИС-АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ХОРИНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ)

Виктор Евгеньевич Гагин

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, аспирант кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (395-2) 40-51-02, e-mail: victor_gagin@mail.ru

Борис Николаевич Олзоев

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, доцент кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (395-2) 40-51-02, e-mail: olzoev@istu.edu

В статье рассмотрен процесс ГИС-анализа состояния культурно-исторического потенциала с использованием способа картограмм. Применение этого метода позволяет рассчитать показатель плотности и сделать выводы о целесообразности его использования.

Ключевые слова: ГИС-анализ, культурно-исторический потенциал, культурное наследие, плотность наследия, способ картограммы.

GIS ANALYSIS OF THE CULTURAL HERITAGE MUNICIPALITY (ON THE EXAMPLE OF THE DISTRICT HORINSKOGO REPUBLIC OF BURYATIA)

Victor E. Gagin

National Research Irkutsk State Technical University, 83 Lermontova, Irkutsk 664074, post-graduate student, department of mine surveying and geodesy, tel. (395-2) 40-51-02, e-mail: victor_gagin@mail.ru

Boris N. Olzoev

National Research Irkutsk State Technical University, 83 Lermontova, Irkutsk 664074, senior lecturer, department of mine surveying and geodesy, tel. (395-2) 40-51-02, e-mail: olzoev@istu.edu

The article describes the process of the GIS-analysis of a condition of cultural-historical potential with use of a method of cartograms. The application of this method allows to calculate a factor of heritage density and to draw conclusions on expediency of its use.

Key word: GIS-analysis, cultural-historical potential, cultural heritage, heritage density, method of cartograms.

Формирование современного мировоззрения о культуре складывается из знаний, накопленных в прошлые годы, и социально-экономических и научно-технических процессов, происходящих в наше время. Знания о культурном наследии выражается, прежде всего, объектами и комплексами во взаимосвязи с природно-ландшафтными и антропогенными условиями, что приводит к их исчезновению или преобразованию. Охраной, инвентаризацией, учетом объектов и комплексов природного и культурного наследия занимается не одна наука, каждая из которых предлагает свои меры по их сохранению и

поддержанию. Комплексное изучение вопроса сохранения объектов наследия с пространственной оценкой можно решить, используя картографические методы. Карты являются средством оценки состояния наследия и формируют новое культурно-историческое знание.

Объектом исследования выбран Хоринский район, который является одним из центральных районов Республики Бурятия и представляет собой своеобразную культурно-ландшафтную зону, интересен с религиозно-археологической стороны и имеет исторические предпосылки для формирования наследия.

Реализация создания электронной карты природного и культурного наследия Хоринского района осуществлена в ГИС MapInfo. Электронная карта Хоринского района представляет собой базу данных тематических элементов и элементов топографии, наполненную атрибутивной информацией. Используя информацию слоев карты «Административное деление» и «Культурное наследие», нами сделана оценка культурного наследия по муниципальным образованиям района исследования. Типы культурного наследия в районе представлены археологическими, историческими, культурно-историческими и религиозными объектами.

Количественная оценка культурного наследия была произведена по показателю плотности. Плотность – это величина, показывающая относительный статистический показатель к единице площади [1], поэтому для отображения этого явления целесообразно применение способа картограммы. Согласно типам наследия, представленных в табл. 1, плотности будут получены в границах муниципальных образований (рис. 1-5). В ГИС MapInfo был применен язык запроса SQL при расчете плотности [2]. Данные по объектам культурного наследия были получены в результате полевых обследований и согласно официальным перечням таких объектов. В табл. 1 приведены сведения о численности объектов культурного наследия и площади по муниципальным образованиям.

Археологический тип наследия представлен стоянками древних людей, их поселениями, могильниками и др. (рис. 1). Наибольшее значение плотности наблюдается в Удинском, Кульском, Улан-Одонском и Верхне-Талецком сельских поселениях, что превышает 0,0023 ед. на 1 кв.км. Такие территории могут быть интересны археологам, палеонтологам и другим специалистам, занимающихся изучением традиций и быта древних людей. Наименьшие значения плотности, возможно, являются следствием недостаточной изученности таких территорий, что предполагает в дальнейшем их археологические обследования.

По историческому типу наследия (рис. 2) наибольшее значение плотности наблюдается в южных сельских поселениях, максимальный показатель – в Кульском сельском поселении (0,013 ед. на кв. км). Скорей всего, в этих территориях было множество исторических событий за время хозяйственной деятельности человека (исторические поселения бурят, казаков, памятные места, места захоронения и др.). Если рассматривать географические условия размещения объектов исторического наследия, то их распространение приурочено к рекам Уда, Худан (Кодун), Она.

Таблица 1. Сведения о численности объектов культурного наследия и площади по муниципальным образованиям

Наименование сельского поселения	Численность объектов наследия, ед.					Площадь сельского поселения (кв. км)
	Археологическое	Историческое	Культурно-просветительское	Религиозное	Всего	
Хоринское	6	7	1	8	22	2 665,46
Ашангинское	2	3	0	7	12	1 640,05
Краснопартизанское	1	6	0	6	13	625,93
Улан-Одонское	10	3	0	8	21	1 023,88
Верхне-Курбинское	0	1	0	7	8	3 296,16
Ойбонтовское	0	1	0	3	4	830,58
Хасуртайское	0	1	1	1	3	636,34
Удинское	12	3	1	11	27	873,28
Кульское	5	5	0	1	11	387,78
Верхне-Талецкое	3	7	0	4	14	754,55
Хандагайское	1	3	0	3	7	562,46

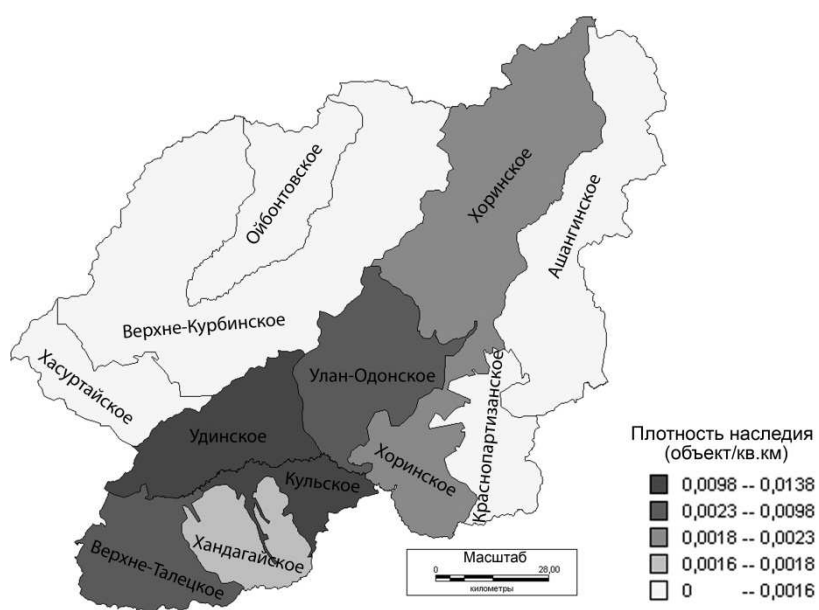


Рис. 1. Картограмма плотности археологического типа наследия

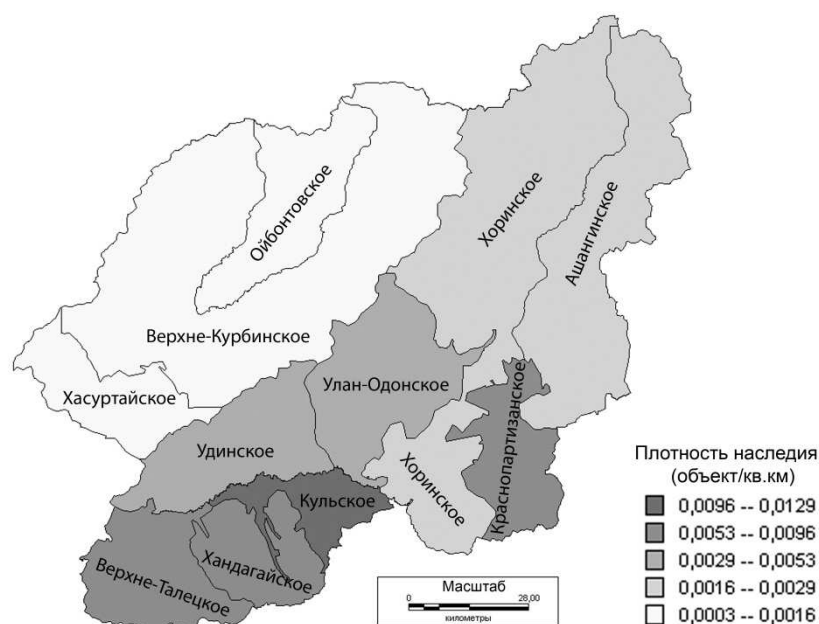


Рис. 2. Картограмма плотности исторического типа наследия

В культурно-просветительском типе наследия плотность представлена относительно равномерно и имеет сравнительно низкое значение, что характеризуется слабым развитием культурной инфраструктуры (рис. 3). К ним относятся такие объекты как музеи, библиотеки, размещение которых привязано к населенным пунктам.

Дацаны и культовые места (места поклонения духам, жертвоприношения) формируют религиозный тип наследия, максимум значения плотности прослеживается в Удинском, Улан-Одонском и Краснопартизанском сельских поселениях (рис. 4).

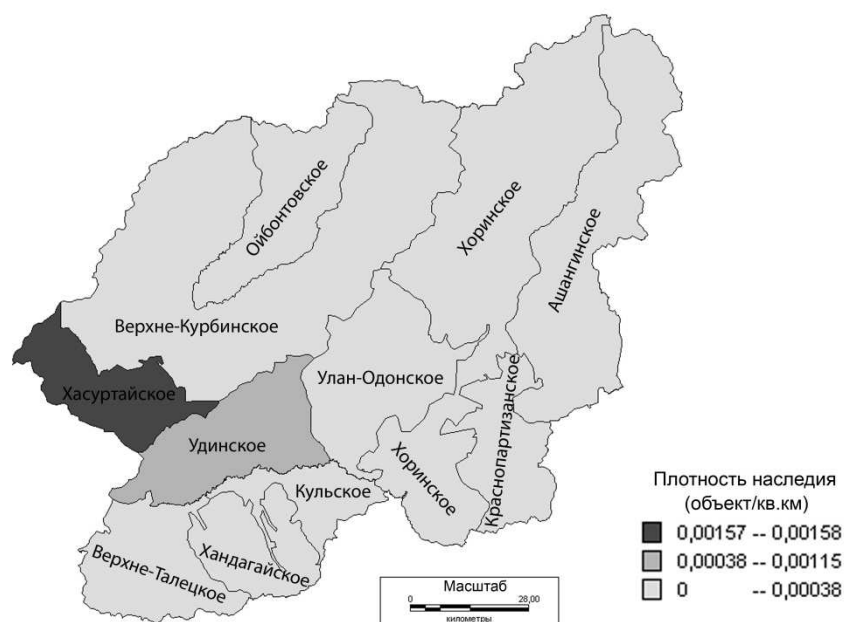


Рис. 3. Картограмма плотности культурного типа наследия

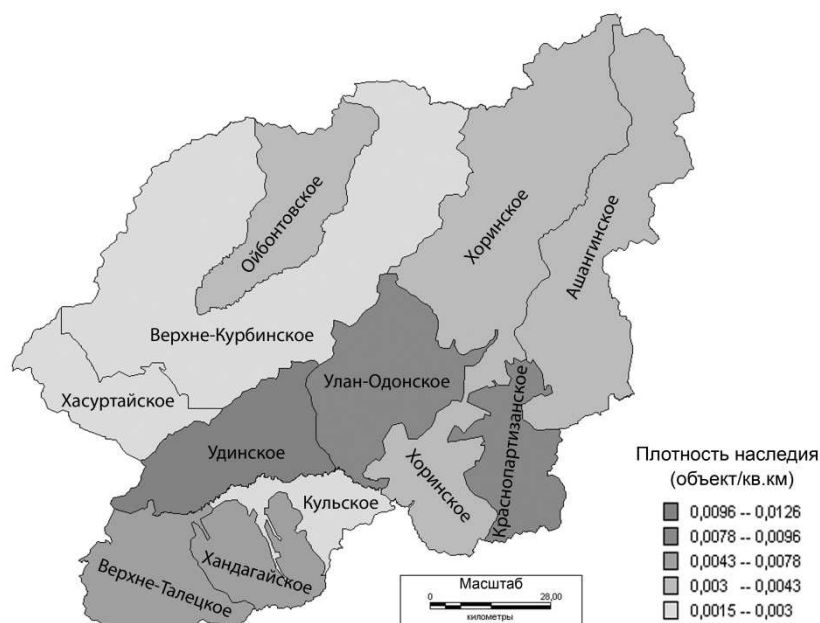


Рис. 4. Картограмма плотности религиозного типа наследия

В религиозном плане все сельские поселения имеют достаточно высокий показатель плотности по сравнению с другими типами наследия, это объясняется наличием культовых мест бурят.

На основе типов культурного наследия района составлена общая картограмма, учитывающая наличие всех типов наследия. Графическое представление такой картограммы приведено на рис. 5. В основном, показатели плотности на общей картограмме и на картограммах по типам наследия совпадают.

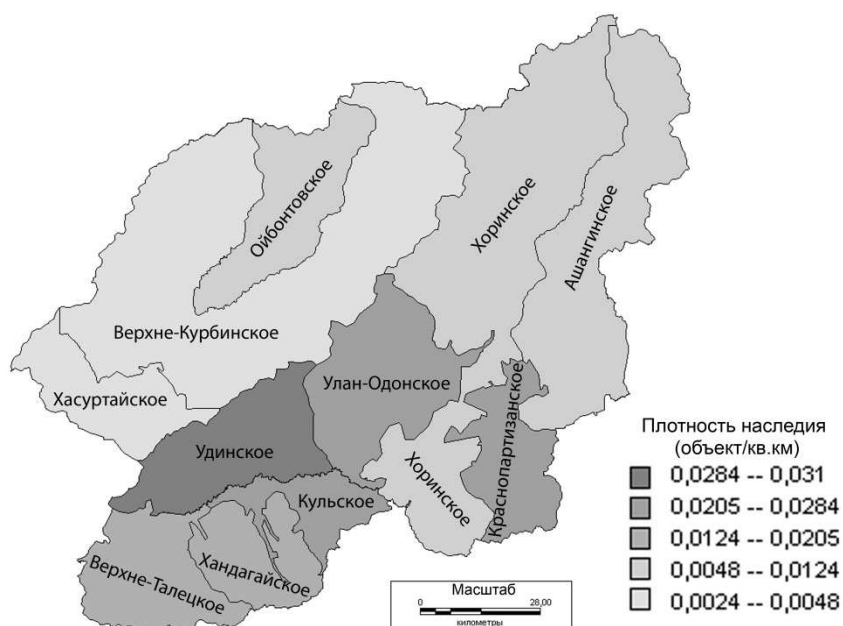


Рис. 5. Общая картограмма плотности культурного наследия

Использование способа картограммы позволило проанализировать типы культурного наследия по плотности, что является наглядным, достоверным, удобным к применению способом, и который может стать основой для более детального морфометрического анализа количественного и качественного состояний типов не только культурного, но и природного наследия. ГИС-анализ территориального распределения культурного наследия определяет уровень культурно-исторического потенциала района исследования. Такая методика может быть применена в задачах мониторинга деятельности культурных учреждений и организаций, а также при планировании мероприятий по сохранению истории и культуры территории.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Берлянт А.М. Картография: учебник [Текст] / А.М. Берлянт. – М.: Аспект-Пресс, 2001. – 336 с.
2. Коросов А. В., Коросов А. А. Техника ведения ГИС. Приложение в экологии : учеб. пособие. - Петрозаводск: ПетрГУ, 2002. - 188 с.

© В.Е. Гагин, Б.Н. Олзоев, 2012

КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО БАСЕЙНА ОЗЕРА БАЙКАЛ

Андрей Николаевич Бешенцев

Байкальский институт природопользования СО РАН, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 8, к.г.н., заведующий Лабораторией геоинформационных систем БИП СО РАН, (3012)434115, anbesh@gmail.com

В статье рассмотрен картографический мониторинг природопользования как социально-техническая деятельность по непрерывной регистрации и отслеживанию территориальных структур жизнеобеспечения на базе категории геоинформации и закономерностей её преобразования. Предложен практический пример организации мониторинга в бассейне оз. Байкал.

Ключевые слова: разновременные топографические карты, картографический мониторинг, геоинформационная технология, природопользование.

CARTOGRAPHIC MONITORING OF NATURE MANAGEMENT OF INTERNATIONAL BASIN OF THE LAKE BAIKAL

Andrew N. Beshentsev

Baikal institute for nature management SB RAS, 6700047, Ulan-Ude, Sakhyanovoi, 8, Ph.D. of geography, head of GIS-laboratory BINM SB RAS (3012)434115, anbesh@gmail.com

We consider the cartographic monitoring of nature management as a socio-technical activity to monitor the territorial structures of life support and offered a practical example of the monitoring organization in the basin of the lake Baikal.

Key words: different time topographic maps, cartographic monitoring, GIS-technology, nature management.

Современное программно-техническое оснащение территориальной деятельности, развитие телекоммуникационных географических сервисов и доступность ГИС-программ способствуют тому, что всё большая часть пространственных изысканий реализуется в картографической форме, а картографический мониторинг становится важнейшим исследовательским инструментом при познании долговременных и эволюционных процессов. В этих условиях организации, связанные с системой территориального управления, формализовали значительные массивы топографических и тематических карт разных лет издания. Внедрение геоинформационной технологии позволяет автоматизировать процесс использования разновременных карт и способствует модернизации картографического мониторинга природопользования как надёжного методического приёма отслеживания региональных структур жизнеобеспечения и антропогенного преобразования земной поверхности.

При организации национальных систем мониторинга используются различные технологические подходы, при этом особое положение занимают трансграничные геосистемы, дифференцированные государственными рубежами. Информационные ресурсы на эти территории ограничены законодательными документами, имеют различную точность привязки, специальные форматы, не унифицированы, а иногда и противоречивы. Отсутствие общей концепции описания таких территорий обуславливает наличие «белых пятен» на информационной карте мира и сдерживает интеграцию усилий мирового сообщества по их исследованию. Одной из таких геосистем является международный бассейн оз. Байкал, на пространстве которого расположены территории четырёх субъектов РФ, часть Монголии и участок всемирного природного наследия (рис. 1).



Рис. 1. Международный бассейн оз. Байкал

В настоящее время основными источниками геоинформации являются топографические и тематические карты, ДДЗ и полевые работы. Именно географическая карта выступает первичным инструментом мониторинга хозяйственного освоения территории, поскольку задолго до регистрации геофизических и геохимических параметров человек начал фиксировать

изменения земной поверхности с помощью языка карты. Топографические и тематические карты разных лет издания Корпуса военных топографов, ГУГиК, Генерального штаба СССР и Роскартографии создаются уже около 200 лет в единых картографических проекциях и системах координат, характеризуются общностью картографируемых объектов, сходством классификаций и принципов генерализации. Они являются разновременными метрическими моделями территории и представляют собой унифицированные исторические документы высокой геометрической точности и достоверности. По этой причине эти карты могут служить информационной основой для надёжного картографического отслеживания регионального природопользования и динамики долговременных природных и социально-экономических процессов.

Общегосударственная значимость этих материалов состоит в их интеграционном характере, поскольку они являются базовыми пространственными документами при познании природопользования и используются многими организациями, сообществами и гражданами при решении различных территориальных прикладных и научных задач. В историческом контексте процесс создания и использования топографических материалов при организации территориальных структур жизнеобеспечения способствовал формированию картографического мониторинга природопользования (КМП) на основе геоинформационной технологии как *особой социально-технической деятельности*, обеспечивающий регистрацию, хранение, анализ и ретрансляцию территориальных сведений посредством создания и преобразования сначала аналоговых, а затем геоинформационных картографических моделей земной поверхности. Целью этой деятельности является оперативное создание точной и объективной геоинформации о состоянии и динамике хозяйственно используемых территорий для повышения эффективности принятия управленческих решений в сфере природопользования. Средствами являются используемые территориальные объекты и процессы, а также их модели-заместители. Предметами КМП служат приборы и инструменты, методики и технологии оценки и анализа физико-химических характеристик географической оболочки, а также виртуальные программные разработки. Общественно-полезным продуктом деятельности является геоинформация – социально значимые сведения для организации и оптимизации природопользования. Реализация задач КМП в обществе происходит в рамках производственной и научно-технической деятельности различных отраслей промышленности, науки, образования и осуществляется трудовыми коллективами посредством проблемно-ориентированных действий и мероприятий (рис. 2).

Специфика КМП заключается в том, что оценка территориальных структур жизнеобеспечения осуществляется посредством картографического отслеживания их метрических параметров и топологических взаимоотношений. Каждый вид природопользования представлен определёнными природными и антропогенными объектами, которые надёжно регистрируются топографическими картами. Предметная область КМП представляет процесс эволюции хозяйственно используемых геосистем, их качественно-

количественные изменения, пространственно-временную организацию. Развитие таких геосистем рассматривается как процесс функционирования системы природопользования – территориального комплекса природных и антропогенных образований, объединенного прямыми и обратными связями своих объектов. Объекты природопользования представляют собой однородные физико-географические образования, совместно используемые в единых природных и экономических условиях хозяйствования и, в пределах конкретной территории образуют пространственные структуры жизнеобеспечения. Динамика системы природопользования фиксируется изменением пространственного положения и качественно-количественного состояния объектов. Управление системой природопользования заключается в определении оптимальных границ, пропорций, ритмов и способов использования объектов на основе выявленных пространственно-временных закономерностей. Для каждого вида природопользования разрабатывается уникальная система показателей мониторинга, а также используется набор общих картометрических и морфометрических показателей.



Рис. 2. Функциональная структура КМП

Выбор пространственно-временного уровня КМП зависит от физико-географических характеристик территории, размеров и структуры единиц

природопользования и периода оценки. Цензы и механизм генерализации геоинформации при ее развёртке на уровнях КМП определяются посредством понятия информационного сценария природопользования, представляющего собой совокупность тематических слоёв и топоосновы соответствующего масштаба. При развёртке геоинформации от объектного уровня к региональному меняется разрешающая способность информационного сценария – снижается точность топоосновы, увеличивается площадь покрытия сценария, увеличиваются цензы и нормы отбора объектов природопользования.

Исследовательский замысел КМП реализуют две технологии картографического метода исследования – геоинформационное картографирование и моделирование. Технология картографирования геоинформации реализуется в материальной сфере человеческой деятельности, представляет собой регламентированный производственный процесс, обеспечивает территориальную деятельность социума актуальными сведениями в виде топографических и тематических карт и ведомственных пространственных документов. Технология моделирования геоинформации реализуется в идеальной сфере человеческой деятельности, представляет собой творческий процесс индивидуального характера, базируется на индуктивных обобщениях и дедуктивных умозаключениях, осуществляется одновременным манипулированием идеальных и виртуальных картографических образов. Она нацелена на разработку пространственных гипотез и имитацию сценариев развития территориальных объектов. При этом, получаемая новая (индуктивная) геоинформация закрепляется с помощью аналитических, синтетических и прогнозных карт.

В целях непрерывного отслеживания хозяйственного освоения и негативных последствий природопользования бассейна оз. Байкал в БИП СО РАН разработана и внедрена ГИС мониторинга природопользования (ГИСМП) на основе пакета ArcGIS. ГИСМП представляет собой программно-управляемый комплекс картографической регистрации объектов и процессов природопользования, позволяющий в интерактивном режиме оценивать и прогнозировать долговременную динамику хозяйственного использования территории и изменения природной среды региона. Информационной основой ГИСМП является совокупность разновременных баз картографических растровых и векторных данных. Первый временной срез в ГИСМП представлен листами топографической карты, созданной Корпусом военных топографов в 1896-1914 гг. в масштабе 2 версты в 1 дюйме (1:84000). Топологической основой для КМП является рабочее покрытие, созданное в результате совмещения цифровой модели рельефа, векторных топографических и тематических слоёв и сцены ДДЗ. Реализация КМП осуществляется на основе процедур автоматизированного картографирования либо посредством интерактивной работы с помощью запросов (рис. 3).

В историческом аспекте, КМП представляет собой непрерывный процесс регистрации, хранения и ретрансляции геоинформации в обществе. В географическом аспекте он является междисциплинарным способом анализа разновременной геоинформации и основным приёмом изучения динамики

географических объектов. В технологическом аспекте он представляет собой автоматизированную систему картографической регистрации и моделирования геоинформации.

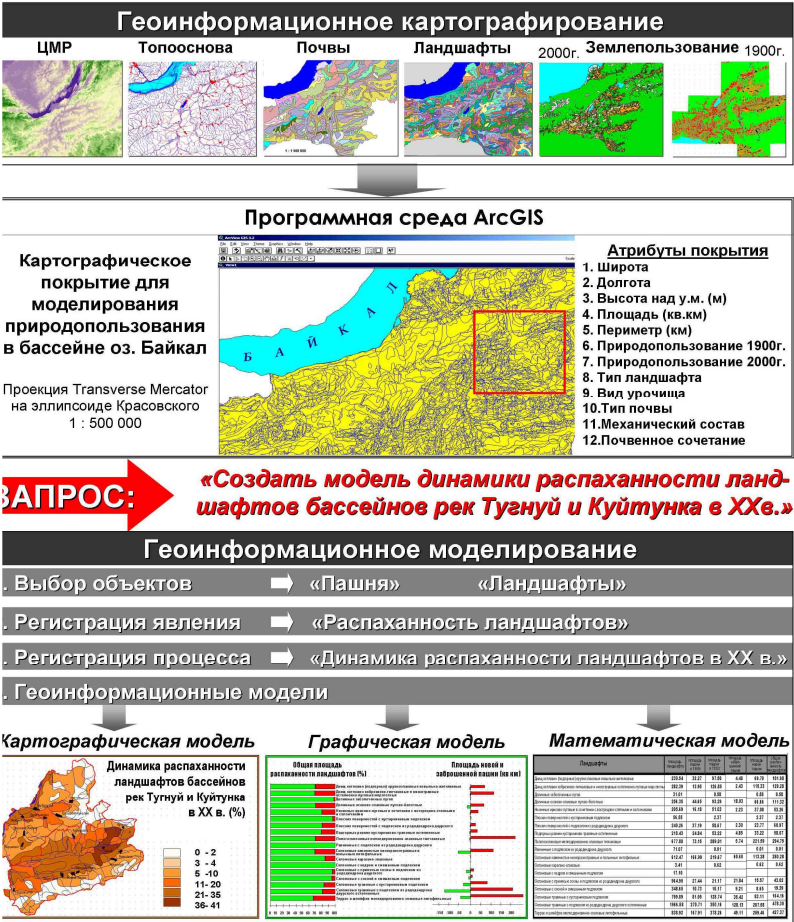


Рис. 3. Пример интерактивной реализации КМП

ТЕКСТУРИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ТЕХНОГЕННОГО ОБЪЕКТА И ЕГО ПРИВЯЗКА К СИСТЕМЕ КООРДИНАТ В СРЕДЕ 3D STUDIO MAX 2009

Дмитрий Александрович Яковлев

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

В статье рассмотрена возможность применения фотореалистичных текстур к модели объекта, полученной по результатам лазерного сканирования. Выполнена привязка к системе координат в 3D Studio Max для возможности отображения динамики объекта в пространстве.

Ключевые слова: текстуры, система координат, динамика объекта в пространстве.

TEXTURING OF TECHNOGENIC OBJECT MODEL AND ITS TIE TO THE COORDINATE SYSTEM IN 3D STUDIO MAX 2009 ENVIRONMENT

Dmitry A. Yakovlev

A post-graduate student, Applied Informatics Department, Siberian, State Academy of Geodesy, 8 Plakhotnogo St., 630108 Novosibirsk, phone: (923)141-67-40, e-mail: yakovleff87@mail.ru

The possibility of using photorealistic textures for the object model developed by laser scanning results is considered. The tie to the coordinate system in 3D Max has been conducted to show the object spatial dynamics.

Key words: textures, coordinate system, object spatial dynamics.

При осуществлении мероприятий по мониторингу техногенных объектов особая роль отводится разработке систем оперативного контроля их состояний. Развитие геоинформационных систем и методов 3d-моделирования дало возможность выполнять комплексную оценку уровня безопасности объектов, выполнять на основе геопространственных данных визуализацию опасных процессов, прогнозировать их развитие, принимать оперативные управленческие решения в чрезвычайных ситуациях. Актуальным направлением в данной области является создание автоматизированной системы комплексной оценки состояний техногенных объектов в режиме реального времени с применением ГИС-технологий и 3D-моделирования [1].

В качестве примера работы в этом направлении, принята модель главного корпуса СГГА, полученная по результатам лазерного сканирования (рис. 1), предоставленная центром лазерного сканирования СГГА.

Целью исследования является получение фотореалистичной модели корпуса СГГА с возможностью ориентации её во внутренней системе координат 3D Studio Max 2009.

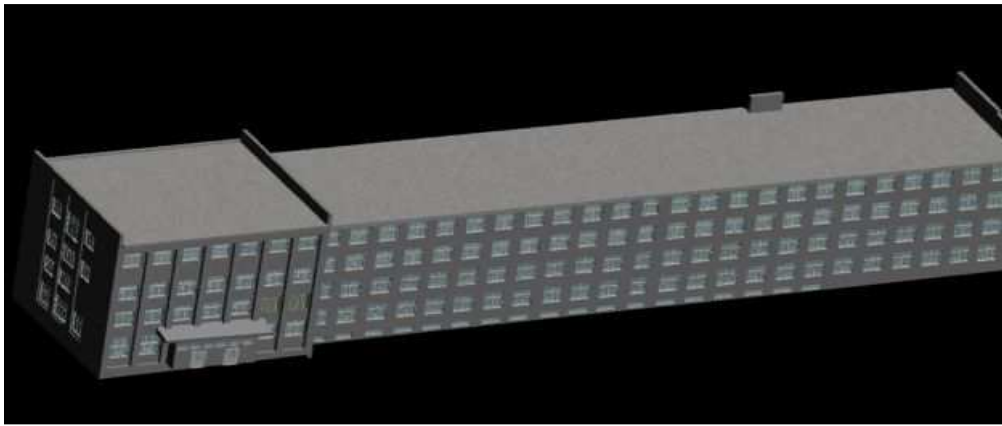


Рис. 1. Модель главного корпуса СГГА без текстур.

Для достижения цели необходимо решить ряд задач:

- Наложение фотореалистичных текстур на модель;
- Ориентация модели в пространстве, привязка к системе координат в 3D Studio Max.
- Рассмотреть динамику изменения пространственно-временного состояния объекта.

Первой задачей является наложение фотореалистичных текстур на модель. Для этого произведено фотографирование реального объекта, на основе фотографий получены реалистичные текстуры. Далее текстуры импортируются в 3D Studio Max, где происходит их наложение на модель.

После наложения текстур, для более реалистичного отображения объекта, производится визуализация (Render) сцены, где находятся объекты. Визуализация может производиться при помощи разных модулей. Каждый модуль отличается от других наличием и качеством тех или иных эффектов.

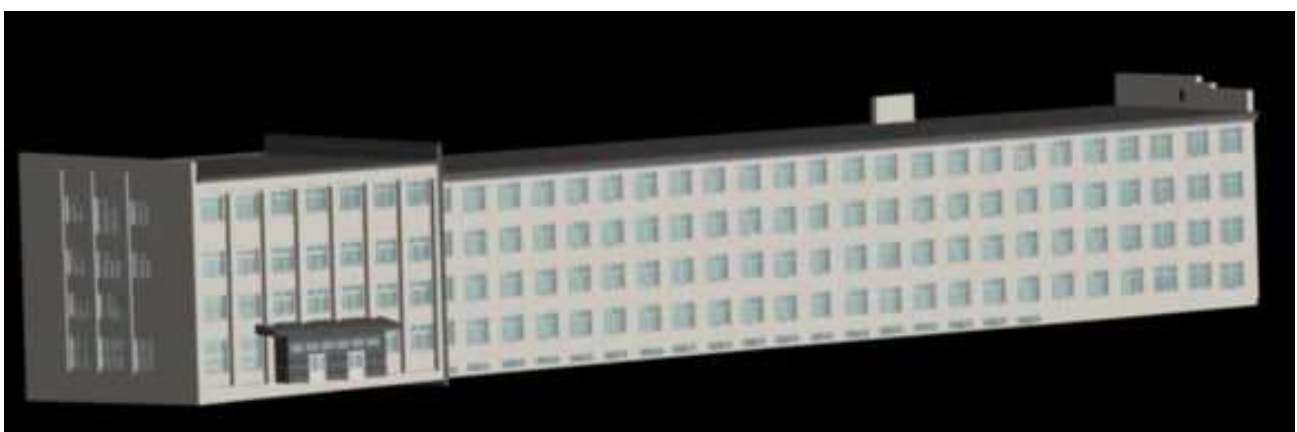


Рис. 2. Визуализация корпуса СГГА с наложенными текстурами

Визуализация является важным этапом работы над моделируемой сценой. Только после визуализации становятся видны все свойства материалов объектов и проявляются эффекты внешней среды, применённые в составе сцены. При

визуализации с нанесёнными текстурами очевидно качественное отличие от модели взятой за основу. Для вывода конечного изображения на экран выбирается необходимый модуль визуализации (MB). Большинство MB являются отдельными программами, встраиваемыми как дополнение в 3D Studio Max. В данном случае визуализация производилась модулем Mental Ray.

Модуль Mental Ray является пригодным для производственного применения высококачественной системой визуализации, разработанной компанией Mental Images. Mental Ray встроен в последние версии 3D Studio Max, это мощный инструмент визуализации, поддерживающий сегментную визуализацию а также технологию распределённой визуализации, позволяющую рационально разделять вычислительную нагрузку между несколькими компьютерами.

Следующей задачей является расположение и ориентация модели объекта во внутренней системе координат в среде 3D Studio Max. Это даёт возможность в дальнейшем отобразить динамику объекта в пространстве.

Объекты размещаются и ориентируются при помощи трансформаций. При трансформации объекта изменяется его положение, ориентация и размер по отношению к сцене. Система координат, описывающая всю сцену, называется «мировым пространством». Система координат «мирового пространства» определяет «глобальное» начало координат сцены и устанавливает «глобальные» оси координат, которые никогда не изменяются. Object Transforms (трансформации объекта) определяет позиционирование, вращение и масштаб.

Позиционирование определяет расстояние локального начала координат объекта от начала координат мирового пространства. Например, позиционирование может определить, что начало координат объекта находится на 40 единиц вправо ($X=40$), на 25 единиц выше ($Z=25$) и на 15 единиц позади ($Y=15$) по отношению к «мировому» началу координат.

Вращение определяет ориентацию между локальными осями координат объекта и «мировыми» координатными осями. Например, вращение может определить, что локальные оси координат объекта повернуты на 45° вокруг «мировой» оси Y , на 0 вокруг мировой оси X и на 15 градусов вокруг «мировой» оси Z .

Масштаб определяет относительный размер между локальными осями объекта и «мировыми осями». Например, масштаб может определить, что локальные измерения пространства объекта отмасштабированы на 200% в «мировом пространстве». Поэтому куб может иметь параметры, указывающие размер стороны в 40 единиц, но из-за того, что он отмасштабирован на 200%, на сцене его сторона будет иметь размер 80 единиц.

Комбинация позиционирования, вращения и масштаба называется матрицей трансформации объекта. Она изменяется при непосредственной трансформации объекта.

Отличие такой технологии визуализации от простой фотографии в том, что фотография показывает объект в виде статической не структурируемой, не масштабируемой модели без привязки к системе координат. В тоже время, объект, созданный в 3D Max с одной стороны, позволяет создать

фотореалистичный объект за счёт наложения фототекстур, что делает его не отличимым от фотографии. С другой стороны модель, построенная по точкам, даёт возможность структурировать объект, определять его геометрические параметры, тем самым позволяет применить методы отображающие динамику объекта.

В настоящее время, отображение 3D объектов при помощи ГИС систем, чаще всего, производится в виде статической картинки. Однако современные ГИС-технологии обладают широкими функциональными возможностями, позволяющими не только отобразить статическое состояние объекта, но и его движение в пространстве и времени, что является на сегодняшний день актуальной задачей в системах оперативного контроля безопасности их состояния и предупреждения чрезвычайных ситуаций.

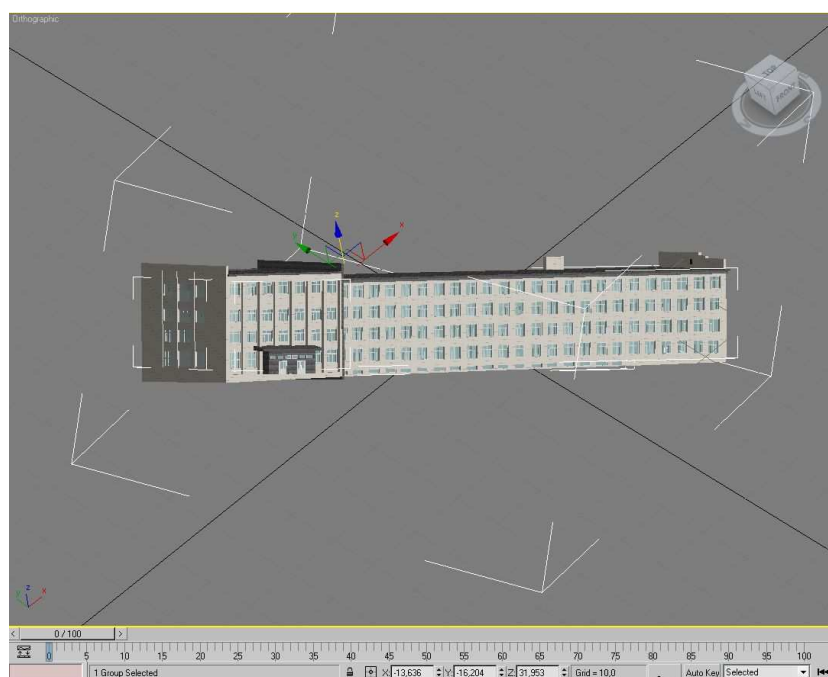


Рис. 3. Ориентация модели корпуса СГГА в системе XYZ

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бугакова Т.Ю. Машинная реализация модели системы контроля пространственно - временных состояний объектов с учетом трех координат. [Текст] / Т.Ю. Бугакова, П.Ю. Бугаков // Геосибирь-2009.Т. 1 :Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия. Ч.2: сб. материалов V Междунар. науч. Конгр. «ГЕО-Сибирь-2009», 20-24 апр. 2009 г., Новосибирск. – Новосибирск : СГГА, 2009. – С.20- 25.

© Д.А. Яковлев, 2012

УРОВНИ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПРИРОДНОГО И КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Виктор Евгеньевич Гагин

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, аспирант кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (395-2)40-51-02, e-mail: victor_gagin@mail.ru

Надежда Валентиновна Котельникова

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, доцент кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (395-2)40-51-02, e-mail: irkplast@mail.ru

Рассмотрены уровни картографирования объектов и комплексов природного и культурного наследия. Описываются преимущества электронных карт природного и культурного наследия созданных в рамках муниципальных образований на точной топографической основе на примере Хоринского района Республики Бурятия и перспективы их внедрения в производство.

Ключевые слова: природное наследие, культурное наследие, Хоринский район Республики Бурятия, уровни картографирования, электронные карты.

LEVELS OF MAPPING OF OBJECTS NATURAL AND A CULTURAL HERITAGE

Victor E. Gagin

National Research Irkutsk State Technical University, 83 Lermontov, Irkutsk, 664074, graduate student Surveying and Geodesy, tel. +7 (3952) 405-103, victor_gagin@mail.ru

Nadezhda V. Kotelnikova

National Research Irkutsk State Technical University, 83 Lermontov, Irkutsk, 664074, associate professor Surveying and Geodesy, tel. +7 (3952) 405-102, irkplast@mail.ru

It considers levels of mapping of objects and complexes natural and a cultural heritage, describes advantages of electronic landscape cards natural and a cultural heritage created for municipal areas on an exact topographical basis on an example of Horinsky area of Republic Buryatiya and prospect of their introduction in manufacture.

Key words: Natural heritage, cultural heritage, Horinsky area of Republic Buryatiya, mapping levels, electronic maps.

Одним из новых направлений тематической картографии является картографирование природного и культурного наследия (ПиКН). Формирование данного направления началось в России в начале девяностых годов XX в. следом за разработкой теоретических основ науки о природно-культурном наследии, понимании наследия не как совокупности отдельных объектов (памятников), а как территориальных систем социально-культурного и природного характера, образование которых происходило в течение длительного времени. Начало этому новому и перспективному направлению

было положено в Российском НИИ культурного и природного наследия им. Д.С. Лихачева.

Картографирование ПиКН решает ряд научных и прикладных задач. Во-первых – дать свод современной информации и знаний о культурном и природном наследии России, во-вторых - показать закономерности и особенности распространения и развития региональных и национальных культур, взаимосвязи и механизмы их взаимодействия, в третьих - представить материал для разработки общероссийских и региональных программ по охране и использованию объектов наследия, для сохранения и восстановления историко-культурной и природной среды обитания народов России [2,3].

Объектами картографирования ПиКН являются не только материальные, но и духовные ценности, созданные и сбереженные предыдущими поколениями: памятники археологии, истории, искусства, архитектуры, природы, науки и техники, исторические территории, ландшафты, топонимические объекты, технологии, обряды, праздники, явления художественного творчества, научные и общественно-политические идеи и многое другое.

Учитывая многообразие, уникальность, научную значимость объектов и комплексов ПиКН, необходимо систематизировать картографические произведения данной тематики по территориальному охвату, содержанию, назначению.

В настоящее время картографирование культурного и природного наследия ведется *на всех территориально-иерархических уровнях* – глобальном, национальном, региональном и локальном (рис. 1).



Рис 1. Уровни картографирования природного и культурного наследия по пространственному охвату

Картографирование ПиКН на глобальном и национальном уровнях подразумевает:

- Изучение межгосударственных, межконфессиональных, религиозных отношений в сфере природного и культурного наследия;
- Формирование стратегических направлений сохранения мировой культуры и объектов природного и культурного наследия;
- Развитие мер по использованию и информационной открытости территорий обладающих природным и культурным наследием.

При картографировании объектов ПиКН на региональном уровне решается ряд задач, например:

- Изучение и сохранение объектов культурного наследия федерального и региональных значений;
- Мониторинг объектов культурного наследия мирового, федерального и региональных значений.

На локальном уровне могут быть решены такие задачи:

- Мониторинг объектов ПиКН мирового, федерального, регионального, местного (муниципального) значений;
- Контроль за сохранением ПиКН мирового, федерального, регионального, местного (муниципального) значений;
- Организация оперативных мероприятий по охране объектов природного и культурного наследия;
- Использование в школах карт ПиКН в качестве учебных пособий;
- Проектирование зданий, сооружений и других крупных промышленных объектов и комплексов.

К настоящему времени создан ряд карт наследия разного территориального охвата. Фундаментальным произведением, в котором представлены карты ПиКН является Национальный атлас России. В томе 4 «История. Культура», в подразделе «Культурное и природное наследие» представлены карты разной тематики на Россию в целом, карты на все субъекты Российской Федерации, планы городов, схемы кремлей, монастырей, музеев-заповедников и музеев-усадб, национальных парков, заповедников, заказников и других природных объектов [12]. Российским НИИ культурного и природного наследия созданы карты на Баренцевоморский регион [6, 7, 8], карты отдельных субъектов Российской Федерации [11], муниципальных районов и городов [9,10,5].

Уровни картографирования природного и культурного наследия по проблемной ориентации можно классифицировать по предметным областям:

- Археологического наследия;
- Исторического наследия;
- Религиозного наследия;
- Культурного наследия;
- Архитектурного наследия;

– Природного наследия (ландшафтные, геологические, водные, ботанические, зоологические, природно-исторические памятники).

Кроме того, ПиКН показано на картах различных тематических направлений, например, религиозных, историко-культурных, археологических, туристских, минеральных источников, уникальных природных объектов, памятников природы и др.

Для этого карты можно условно разделить на следующие группы (рис. 2). С другой стороны, карты выступают как средство познания интересных природных мест и культур мира. К таким картам относятся туристские и рекреационные. На них помимо информации о туристской и рекреационной инфраструктуре, часто отображаются данные и об объектах интересных с эстетических и познавательных сторон. Нам они будут полезны с точки зрения источника о местоположении объектов наследия – памятников природы, археологических объектов и комплексов, памятниках монументального искусства и др., которые дополнены различными справочными и статистическими данными.

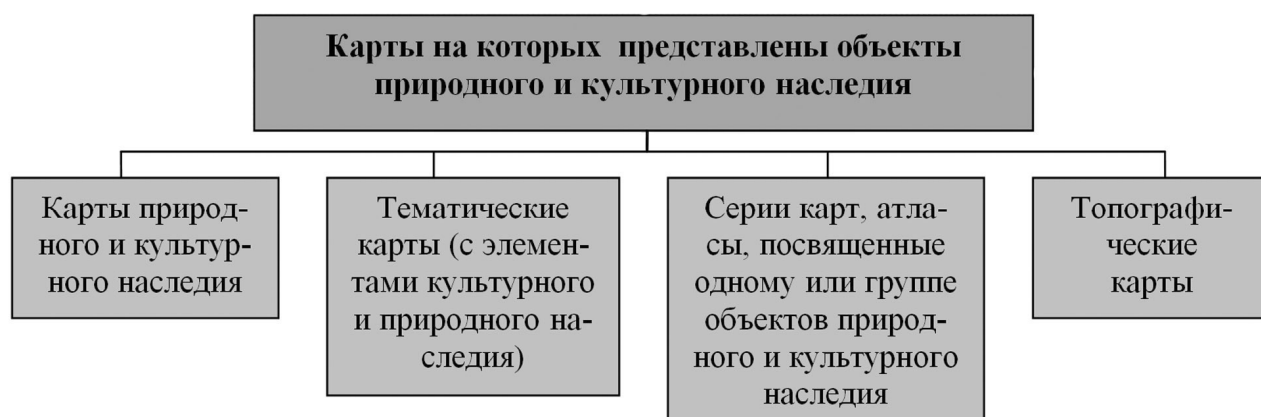


Рис. 2. Группы карт, на которых представлены объекты природного и культурного наследия

Другим источником картографического отображения объектов природного и культурного наследия являются топографические карты и планы. В научных трудах Т.В. Верещаки отмечено, что «взаимосвязанный комплекс компонентов природного и культурного ландшафта на топографических картах представляет собой фон, на котором формируются и существуют объекты наследия...» [1]. Совершенствование содержания топографических карт предлагается обогатить объектами природного и культурного наследия, что позволит решать обосновано по топокартам ряд инженерно-производственных задач, связанных с проектированием и строительством сооружений.

Уровни использования карт с природно-культурной тематикой основано на практическом их назначении. Например, карты, на которых представлены

частично объекты ПиКН не так информативны, их содержание чаще всего подходит для решения определенного узкого круга задач. Тематические карты, в основном, создаются на определенные территории, отображая интересные объекты и явления. Показатели масштаба и точная картографическая основа, выбранные для создания таких карт, могут не соответствовать решению определенных целей и задач.

Карты ПиКН могут быть интересны широкому кругу пользователей, начиная от простых граждан и заканчивая специалистами, занимающимися научными исследованиями и изысканиями.

Категории пользователей карт ПиКН на примере карт муниципальных образований можно разделить на следующие сферы деятельности (табл. 1).

Таблица 1. Сферы деятельности пользователей ландшафтными картами природного и культурного наследия

Сфера деятельности	Категория пользователей
Образование	школьники, студенты, педагоги
Производство	строители, инженеры, изыскатели
Органы власти	администрации разных уровней, ведомственные структуры
Наука	научные сотрудники, сотрудники заповедников

В свою очередь, многие карты используются в образовательных целях (школах, колледжах, вузах) как средства изучения ПиКН своего города, района, и даже страны, что способствует расширению кругозора и эстетическому воспитанию учащихся. Например, появляется возможность изучать историю районов, используя картографический метод исследования, рассматривая и анализируя объекты и комплексы природного и культурного наследия с точки зрения временных эпох. Анализируя археологическое наследие на картах можно проследить историю развития района в разные исторические эпохи (эпохи каменного века, бронзового, железного и т.д.).

Таким образом, изучение природного и культурного наследия на картах позволяет охарактеризовать природный и культурный облик территории, а также сохранить историю и культуру народов, природу своего родного края.

При использовании карт природного и культурного наследия на уровне муниципальных образований возможно решение некоторых задач и проблем, связанных с оптимизацией деятельности в конкретных научных проблемах.

Авторами, на локальном уровне, создается карта природного и культурного наследия территории Хоринского района Республики Бурятия (рис. 3). Район представляет собой ценную своеобразную культурно-ландшафтную зону, с уникальными объектами и комплексами природного и культурного наследия. К наиболее известным природным объектам и комплексам относятся: Худакский заказник, источники минеральных вод (Тэгдинский, Даргитуйский, Хасуртаевский), живописные водопады (Тохорюктинские) и озера (Лесное у Додо-Гола, Сунхурук у с. О니ноборск, высокогорное озеро на г. Хурхаг), уникальные ландшафтные объекты (Семь братьев, Синие камни). Широко

представлено и культурное наследие - это археологические памятники (древние поселения (Санный Мыс), могильники неолита, энеолита, бронзового века; плиточные могилы; керексуры; петроглифы бронзового века и средневековья) и др.[4].

Объекты природного наследия на карте представлены памятниками природы и живописными комплексами. Объекты культурного наследия подразделяются на археологические памятники, культурно-исторические объекты, религиозные объекты (рис. 4).

При использовании электронных карт природного и культурного наследия районных муниципальных образований (МО), созданных на точной топографической основе возможно решение многих практических задач, таких как:

- Инвентаризация, учет и мониторинг объектов природного и культурного наследия на уровне муниципальных образований;
- Организация оперативных мероприятий по охране объектов природного и культурного наследия;
- Образовательной деятельности, в результате которой возможно расширение знаний учащихся о родном крае;
- Проектирование зданий, сооружений и других крупных промышленных объектов и комплексов, с учетом объектов природного и культурного наследия;
- Разработка стратегии профессиональной туристско-рекреационной деятельности;
- Внедрение карт в научно-исследовательскую деятельность, создание с их использованием других тематических произведений, и др.

Картографирование природного и культурного наследия в рамках муниципальных образований – направление перспективное и многообещающее. Карта природного и культурного наследия Хоринского района, нашла поддержку в администрации Хоринского муниципального образования, где получила высокую оценку в плане практического применения и использования. На данный момент ведутся переговоры о тиражировании карты. Необходимо продолжать развивать сотрудничество с муниципальными образованиями. В дальнейшем внедрение карт природного и культурного наследия позволит различным структурам решать ряд задач, связанных с управленческой деятельностью, сохранением, учетом, инвентаризацией, охраной объектов природного и культурного наследия, а так же использовать электронные карты природного и культурного наследия в разработке различных туристско-рекреационных программ.

На основе карт природного и культурного наследия муниципальных образований можно разработать многоуровневую систему картографирования природного и культурного наследия. Система даст более наглядное представление об объектах природного и культурного наследия, т.к. базы данных электронных карт будут обладать большей информативной ценностью, чем существующие на данный момент текстовые реестры объектов природного

и культурного наследия. В итоге реестр может превратиться в высокоинформативную систему геопространственных данных, что обуславливается устойчивым развитием территорий и повышением качества и эффективности в управлении на государственном и муниципальном уровнях.

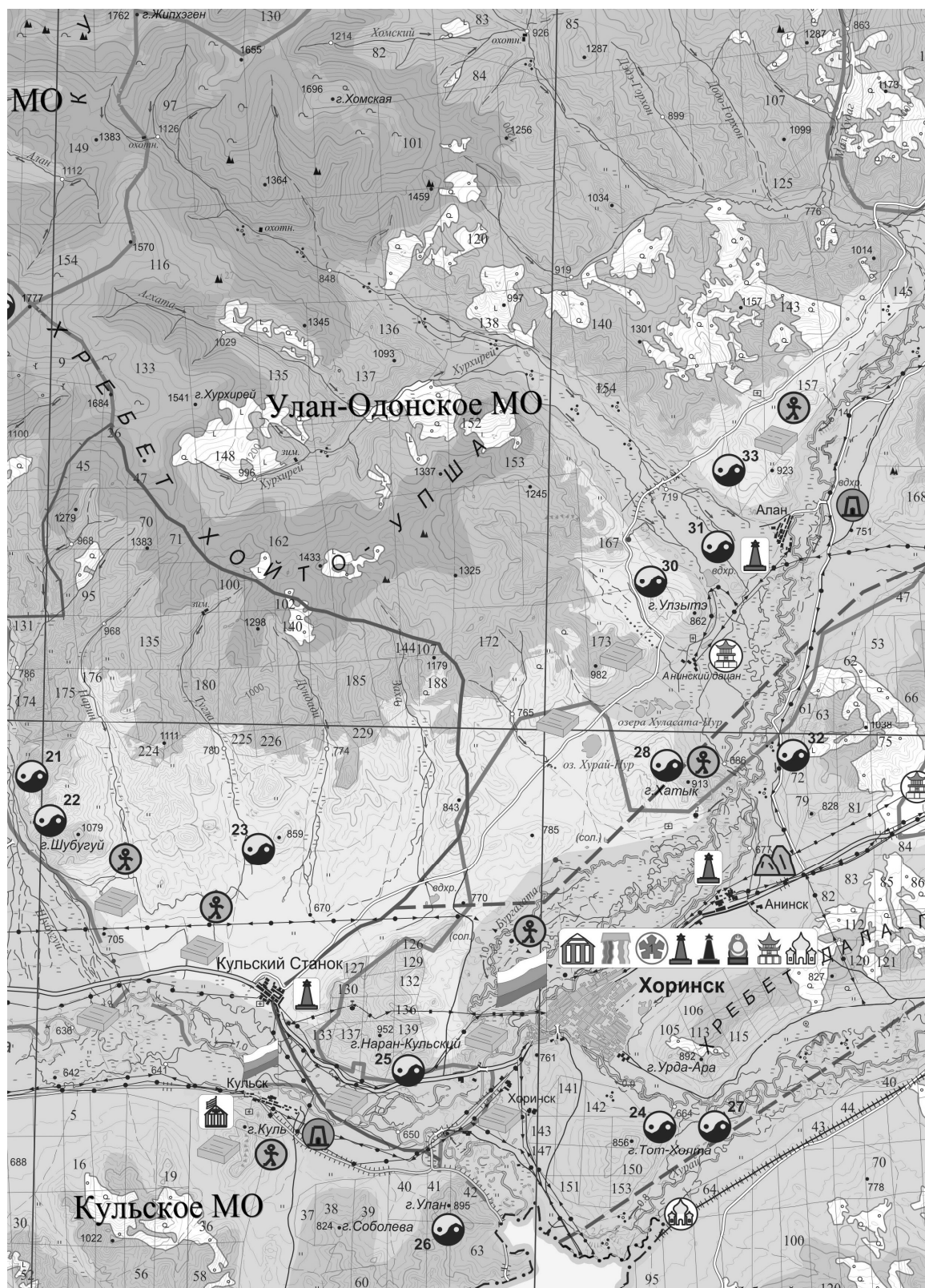


Рис. 3. Фрагмент карты природного и культурного наследия Хоринского района Республики Бурятия

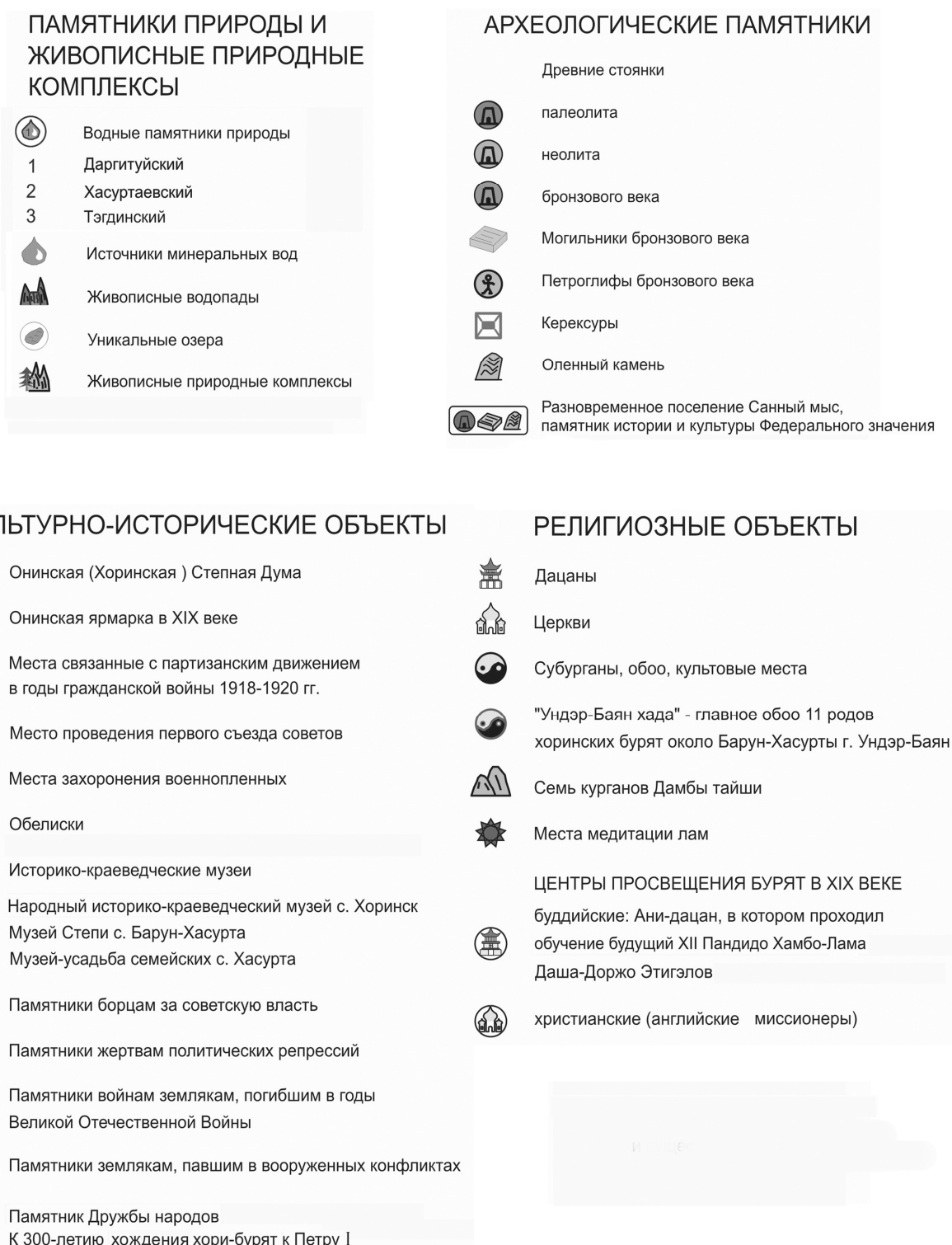


Рис. 4. Предварительная легенда к карте Природного и культурного наследия Хоринского административного района Республики Бурятия

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Верещака Т.В. Топографические карты: научные основы содержания [Текст] / Т.В. Верещака. – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2002. – 319 с.
2. Ельчанинов А.И. Картографирование культурного и природного наследия России / Геоинформационное картографирование для сбалансированного территориального развития // Материалы VIII научной конференции по тематической картографии (Иркутск. 21-23

ноября 2006 г.) – Иркутск: Издательство Института географии им В.Б. Сочавы СО РАН, 2006 – В 2-х томах. – Т. 1. – С.26-29.

3. Ельчанинов А.И., Свешников В.В. Состояние нового направления в тематической картографии России – картографирование культурного и природного наследия/ Картография XXI века: теория, методы, практика // Доклады II Всероссийской научной конференции по картографии, посвященной памяти А.А. Лютого (Москва, 2-5 октября 2001 г.). – М.: Институт географии РАН, 2021. – С.393-397.

4. Историко-культурный атлас Бурятии. Основной том – М.: ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография», 2001. – 606 с

5. Карта «Москва. Духовное и историко-культурное наследие». Масштаб 1:50 000, Центр города - 1:12 500 /Отв. ред. А. А. Лютый, А. И. Ельчанинов В. В. Свешников. - М.: Институт Наследия, 2000.

6. Карта «Новая Земля. Природное и культурное наследие-История открытий». Масштаб 1:1 000000 /Отв. ред. П. В. Боярский, А. А. Лютый. - С.-Петербург: Институт Наследия, ГУНИО МО РФ, 1997.

7. Карта «Остров Вайгач. Хэбидя Я - священный остров ненецкого народа. Природное и культурное наследие» Масштаб 1:200000 /Отв. ред. П. В. Боярский, А. А. Лютый. –М.: Институт Наследия, 2000.

8. Карта «Соловецкие острова. Духовное, культурное и. природное наследие»- Масштаб 1:50 000 /Отв. ред. П. В. Боярский, А. А. Лютый, В. П. Столяров. - М.: Институт Наследия, 2001.

9. Карта «Шатурский район Московской области. Природное и культурное наследие». Масштаб 1:150 000 /Отв. ред. В. К. Бронникова. - М.: Институт Наследия, 2002.

10. Карта «Уфа. Культурное и природное наследие». Масштаб 1:28 000 /Ред. А. И. Ельчанинов, А. А. Парамонова. - М.: Институт Наследия; 2005.

11. Карта «Ярославская область. Природное и культурное наследие». Масштаб 1:350 000 /Отв. ред. А. А. Лютый. В. К. Бронникова. - М.: Институт Наследия, 2001.

12. Национальный атлас России в 4-х томах. Том 4. История. Культура. – М: Роскартография, 2009. – 496 с.

© В.Е. Гагин, Н.В. Котельникова, 2012

МОРФОДИНАМИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ АНГАРСКОГО КАСКАДА

Владимир Павлович Ступин

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, доцент кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (3952) 22-12-24, Stupinigu@mail.ru

В статье рассмотрены вопросы морфодинамического картографирования берегов водохранилищ по материалам дистанционного зондирования.

Ключевые слова: мониторинг водохранилищ, морфодинамическое картографирование.

MORPHODYNAMIC MAPPING OF ZONES OF INFLUENCE RESERVOIRS OF THE ANGARA CASCADE

Vladimir P. Stupin

National Research Irkutsk State Technical University, 83 Lermontov, Irkutsk, 664074, associate professor of surveying and geodesy, tel. (395-2) 22-12-24, e-mail: Stupinigu@mail.ru

The article deals with the morphodynamic mapping the coast of reservoirs based on remote sensing.

Key words: monitoring of reservoirs, morphodynamic mapping.

Создание каскада Ангарских водохранилищ привело к резкому перераспределению литодинамических потоков и изменению структуры морфогенеза обширных территорий. Затопленные пространства перешли в субаквальный литодинамический режим, в их пределах произошла смена эрозионно-денудационных процессов на процессы размыва и аккумуляции. В границах субаэральных подтопленных территорий имело место поднятие и смещение местных базисов денудации, изменение уровня грунтовых вод и, следовательно, перестройка литодинамических потоков побережья.

Одним из основных методов исследований экзогенной геодинамики рельефа является картографический. Для отработки легенд и создания карт геодинамики полосы влияния водохранилищ ангарского каскада нами разработана классификация ее рельефа. В основу дефиниции основных таксонов этой классификации положен метод дискретизации и ранжирования земной поверхности путем анализа факторов морфогенеза, важнейшим из которых является морфологический. Именно морфология служит основой для формирования как природных, так и техногенных геосистем, характеризующихся целостностью и относительной устойчивостью своей внутренней структуры, обмена веществом и энергией и т.д. Подобные геосистемы, реализующиеся в сфере морфогенеза, понимаются как морфодинамические системы или, короче, морфосистемы.

Под переработкой береговых морфосистем мы понимаем процесс совокупного воздействия различных факторов, проявившихся в результате нарушения динамического равновесия в ходе формирования водохранилищ и приводящих к перестройке прежде равновесных береговых и прибрежных морфосистем. Процессы формирования и переформирования берегов водохранилищ протекают как в зоне непосредственного контакта водной массы с дном и берегом, так и в пределах прилегающих к берегу территорий.

Основными факторами, определяющими границы, тип, облик и интенсивность переработки морфосистем ангарских водохранилищ являются:

- Геоморфологический фактор (морфология и морфометрия рельефа);
- Инженерно-геологический фактор (устойчивость пород, слагающих территорию, к выветриванию и денудации);
- Гидрологический фактор (ветровой и волновой режимы, колебания уровня, стоковые и волновые течения, ледовые условия);
- Ландшафтный фактор (тип климата, растительный покров);
- Антропогенный фактор (техногенная нарушенность территорий).

Мы стремились к тому, чтобы предлагаемая ниже классификация морфосистем могла служить основой для последующего картирования.

Классификация морфосистем по морфотопологическим признакам. Таксономические единицы, выделяемые по морфотопологическим признакам, являются основными, так как определяют закономерности и направленность морфогенеза в их пределах. Они достаточно просто выделяются по гипсометрическим картам и материалам дистанционного зондирования. Каждый выделенный ареал характеризуется определенной структурой нисходящих потоков вещества и энергии под воздействием силы тяжести и представляет собой суперпозицию морфодинамическую систему.

Всего выделяется четыре типа морфосистем.

А) Затопленные субаквальные подводных склонов и ложа водохранилищ:

– Глубже слоя волнового воздействия, где преобладает отложение наносов;

– В слое волнового воздействия, где преобладает размыв донных грунтов.

Мощность слоя волнового воздействия принята равной двойной высоте максимальных волн. Этот параметр изменяется от места к месту. Так, в Братском водохранилище высота волн достигают 3 м и более, в Иркутском не превышают 1 м, а в Усть-Илимском имеет промежуточные значения. Средняя высота волн обычно раза в полтора-два меньше максимальной. Волны на водохранилищах круче и короче морских и из-за меньших глубин и меньшего разгона волны. У подветренных берегов и глубоких заливах водохранилища почти всегда спокойно; в открытой части и у мысов высота волн возрастает. С понижением уровня водохранилищ размеры волн уменьшаются.

Б) Осыхающие морфосистемы, периодически затапливаемые в результате многолетних и сезонных колебаний уровня водохранилища. Например, в Братском водохранилище колебания уровня обычно не превышают 2-3 м, но в

маловодные годы увеличиваются до 5-6 м, а в критические годы – даже до 10 м; в эти периоды ширина полосы осушки отмелей пологих берегов может достигать нескольких сотен метров.

В) Подтопленные субаэральные морфосистемы берегов и побережья. Мы выделяем две разновидности таких морфосистем, приуроченных:

- К склонам, непосредственно опирающимся на урез водохранилищ или на осыхающие абразионные террасы и пляжи; на этих склонах при наполнении водохранилища произошло смещение (подъем) местного базиса денудации;

- К выположенным устьевым участкам дний падей, открывающихся в водохранилище, а также к низким побережьям и островам, где при наполнении водохранилища произошел подъем уровня инфильтрационных грунтовых вод.

Г) Морфосистемы опосредованного воздействия, приуроченные к склонам, опирающимся на нижележащие непосредственно контактирующие с водной массой водохранилищ скаты. На этих склонах действовать те же процессы, что и до образования водохранилища, а их связь с водохранилищем проявляется в том, что продукты сноса поступают через береговые склоны, выполняющие транзитную функцию, непосредственно в водохранилище.

Классификация по характеру геологического субстрата. Выделенные по рассмотренному принципу ареалы обуславливают осложняющие *локальные особенности* (скорость и специфику) экзогенных геодинамических процессов.

А) Скальный субстрат, представленный коренными породами:

- Магматическими породами (траппы и т.п.), устойчивыми к размыву;

- Осадочными и метаморфическими менее устойчивыми породами (песчаники, сланцы, алевролиты, аргиллиты и т.п.);

- Растворимыми карбонатными и другими карстующимися породами (мрамора, известняки, мергели, гипс, соль);

Б) Глинистый субстрат, представленный покровными и делювиальными отложениями (глины, суглинки, лессовидные суглинки);

В) рыхлый субстрат, представленный размываемыми несвязными аллювиально-делювиальными отложениями ангарских террас:

- Крупнообломочными (галечники и т.п.);

- Мелкообломочными (пески, супеси и т.п.).

Классификация по ландшафтным признакам. Эти факторы проявляются через особенности климата, растительности и антропогенного пресса. Морфосистемы, выявленные по морфодинамическому признаку, по специфике регионального фона, подразделяются на:

- Степные;

- Таежные;

- Техногенные.

Сочетания основных и осложняющих факторов определяют основные типы берегов водохранилищ, представленные в таблице.

Типы берегов	Соотношение абразии и аккумуляции	Подтипы берегов
1. Абразионные	$Аб > Ак$	1а. Абразионные денудационные
2. Абразионно-аккумулятивные	$Аб = Ак$	2а. Абразионно-аккумулятивные денудационные
3. Аккумулятивные	$Аб < Ак$	
4. Стабильные	Аб и Ак незначительны	4а. Стабильные денудационные 4б. Стабильные ингрессионные

Абразионный тип берегов развивается при условии преобладания абразионного процесса над аккумулятивным. Такое возможно при наличии достаточно сильных вдольбереговых течений, выносящих поступающие с береговых склонов наносы за пределы данного берега. Для берегов ангарского каскада не слишком характерен, ввиду преобладания весьма слабых течений.

Абразионно-аккумулятивный тип берегов развивается в условиях приблизительного равновесия абразионного и аккумулятивного процесса. Характерен для берегов, сложенных рыхлыми отложениями ангарских террас, а также слабометаморфизованными или сильно выветрелыми коренными породами. Подобные морфосистемы чаще приурочены к выступающим в акваторию мысам, а также островам, т.е. к тем участкам побережья, где волнение наибольшее.

Ведущими процессами здесь становятся абразия и размыв береговых склонов с образованием высоких клифов, бенча, пляжа с подводной осыпью. Клиф занимает большую часть берегового склона.

Берега этого типа наиболее сильно изменились после подтопления, отступили на десятки и первые сотни метров и пока не обнаруживают признаков стабилизации.

В Иркутском водохранилище такие системы приурочены к отложениям третьей террасы Ангары в нижней, примыкающей к плотине, части правого берега. В Братском водохранилище подобные берега занимают более 30% побережья и приурочены к выходам неустойчивых пород ордовика в верхней и средней частях водохранилища. В Усть-Илимском водохранилище береговые системы этого типа распространены меньше и не столь активны.

Берега 1 и 2 типа имеют разновидности – подтипы: Абразионные денудационные (1а) и абразионно-аккумулятивные денудационные (2а).

Подтип 1а характерен для берегов, сложенных неустойчивыми скальными и полускальными породами: трещиноватыми, непрочными метаморфическими, сильно выветрелыми, а также растворимыми породами.

Подтип 2а присущ крутым и высоким берегам сложенным глинистыми или просадочными грунтами.

Подтопление таких берегов, помимо прямой абразии приводит к активизации унаследованных или появлению новых, часто весьма негативных, экзогенных процессов в прибрежной полосе, выше уступа клифа. К таковым процессам относятся карст, оползни, суффозия, просадки, провалы, отседание склонов, овражная эрозия.

Больше всего берега этого типа развиты в Братском водохранилище, особенно по берегам его верхней остепненной части. В Иркутском водохранилище оползневые процессы характерны для нижней части водоема, особенно вдоль правого берега. В Усть-Илимском водохранилище подобные берега встречаются реже. В то же время здесь известны примеры отседания скальных трапповых массивов, залегающих на неустойчивом основании по трещинам бортового отпора.

3. Аккумулятивный тип берегов развивается в условиях отложения наносов, поступивших в результате вдольберегового переноса. Также как и чисто абразионный тип берегов на ангарских водохранилищах встречается редко, как правило ниже по течению относительно соседних абразионно-аккумулятивных участков. Представлен причлененными пляжами и небольшими косами.

4. Стабильный тип берега (иногда не совсем корректно называемый нейтральным) характеризуется незначительной интенсивностью как абразионного, так и аккумулятивного процесса. Эти берега сохраняются достаточно долго в условиях ветровой тени, характерной для верхних частей узких заливов водохранилищ. Выделяется два подтипа таких берегов.

Стабильные денудационные берега (4а) характерны для приглубых и крутых ингрессионных берегов, сложенных устойчивыми магматическими и метаморфическими породами. Такие системы сохраняются без существенных изменений, особенно в условиях не слишком интенсивного волнения.

Ведущими процессами развития таких берегов являются унаследованные склоновые процессы в сочетании с линейной эрозией и плоскостным смывом, особенно характерными для степных ландшафтов. Абразия на таких берегах играет подчиненную роль.

Берега этого типа слабо изменены после подтопления, имеют невысокий клиф, пляж или отсутствует вовсе, или находится в зачаточном состоянии. У таких берегов в таежной зоне часто можно встретить сохранившийся затопленный лес.

В Иркутском водохранилище подобные берега занимают большую часть левого берега и верхнюю половину правого. В Братском водохранилище такие берега характерны для высокого правого берега, а в нижнем течении и для левого. В Усть-Илимском водохранилище береговые системы этого типа занимают большую часть побережья.

Стабильные ингрессионные (4б) характерны для зоны выклинивания подпора в верховьях ингрессионных заливов с пологими отмелями берегами.

Здесь в условиях волновой тени и подъема грунтовых вод происходит отложение наносов в устьях мелких притоков, заболачивание, сопровождающееся биогенным осадконакоплением, заиливанием и формированием бугристого рельефа торфяников.

В Иркутском водохранилище такой тип берегов характерен для широких плоских падей правого, более изрезанного берега. В Братском водохранилище перечисленные процессы особенно активно проявляются по глубоким заливам левого берега – по долинам рек Ока, Ия, а также по обоим берегам

субширотного расширения водоема в районе Братска. В Усть-Илимском водохранилище такой тип береговых морфосистем обычен для ингрессионных заливов Илама – правого притока Ангары.

© В.П. Ступин, 2012

СИСТЕМА КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЗА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ОТРАСЛЕЙ ХОЗЯЙСТВА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Леонид Александрович Пластинин

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, директор Центра космических технологий и услуг, профессор кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (395-2)40-51-03, e-mail: irkplast@mail.ru

Борис Николаевич Олзоев

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, доцент кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (395-2) 40-51-02, e-mail: olzoev@istu.edu

В статье представлены организационно-технические аспекты постановки системы космического мониторинга по отраслям хозяйства Иркутской области, формируемой на базе Центра космических технологий и услуг НИ ИрГТУ. Такая система космического мониторинга является практическим внедрением результатов космической деятельности в жизнедеятельность общества как инструмент социально-экономического и инновационного развития Иркутской области.

Ключевые слова: космический мониторинг, результаты космической деятельности, центр космических услуг.

SYSTEM FOR MONITORING OF SPACE ACTIVITIES SECTORS OF THE ECONOMY IRKUTSK REGION

Leonid A. Plastinin

National Research Irkutsk State Technical University, 83 Lermontov, Irkutsk, 664074, director of the Center for space technology and services, professor of surveying and geodesy, tel. (395-2)40-51-03, e-mail: irkplast@mail.ru

Boris N. Olzoev

National Research Irkutsk State Technical University, 83 Lermontov, Irkutsk, 664074, associate professor of surveying and geodesy, tel. (395-2) 40-51-02, e-mail: olzoev@istu.edu

The paper presents the organizational and technical aspects of the production system of outer branches of the economy on the monitoring of the Irkutsk region, formed at the Centre for space technology and services ISTU. Such a system of space monitoring is a practical implementation of space activities in the vital functions of society as an instrument of socio-economic and innovative development of the Irkutsk region.

Key words: space monitoring, results of space activities, center of space services.

В настоящее время применение космических технологий в экономике и хозяйстве территорий занимает одно из ключевых направлений в их развитии. Это объясняется внедрением инновационных методов в управление территориями и хозяйством предприятий путем использования результатов

космической деятельности (РКД) в российских регионах. В Иркутской области на базе технопарка Национального исследовательского Иркутского государственного технического университета (НИ ИрГТУ) создан *Центр космических технологий и услуг (ЦКТУ)*, который представляет собой интегрирующий центр разработки технологий и предоставления комплексных услуг для поддержки принятия управленческих решений с использованием РКД на основе геоинформационных и web-портальных технологий [1].

Наряду с этим, внедрение полноценной системы космического мониторинга в полной мере соответствует комплексным приоритетам, обозначенным в *Концепции социально-экономического развития Иркутской области на период до 2020 года* [2]. К таким приоритетам в частности относятся:

- Разработка и внедрение инновационных технологий для модернизации в сфере экологоориентированной экономики и других перспективных секторах, способных обеспечить «прорыв» в экономике;
- Газификация Иркутской области, развитие газэнергетики, создание газоперерабатывающих и газохимических комплексов в городах Саянске, Ангарске, Усть-Куте;
- Организации системы рационального природопользования в энергетике;
- Развитие строительного комплекса с созданием баз стройиндустрии и стройматериалов;
- Реализация ряда проектов по организации производств глубокой переработки лесного сырья;
- Модернизация и развитие традиционных отраслей (нефтедобычи и нефтепереработки — на базе Верхнечонского месторождения нефти, золотодобычи — в Бодайбинском районе) с учетом потребностей жителей области;
- Создание системы охраны, добычи, транспортировки и сбыта пресной воды, с учётом её возможного экспорта на рынок стран Азиатско-Тихоокеанского региона;
- Развитие туризма на озере Байкал и прилегающих территориях;
- Создание мощного агропромышленного кластера на опорных сельхозориентированных территориях;
- Снижение удельной антропогенной нагрузки на окружающую среду, стимулирование внедрения организациями, действующими на территории области, экологоориентированных технологий.

Предпосылки постановки системы космического мониторинга по отраслям хозяйства Иркутской области основаны на информационной и технологической поддержке реализации федеральных, национальных, региональных и ведомственных программ развития территории [3].

Таблица 1. Предпосылки постановки системы космического мониторинга по отраслям хозяйства Иркутской области

п/п	Отрасли хозяйства	Основания для выполнения космического мониторинга
	Сельское хозяйство	В рамках деятельности Министерства сельского хозяйства Иркутской области: - приоритетная национальная программа «Развитие агропромышленного комплекса», - областная целевая программа «Развитие сельского хозяйства и поддержка развития рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Иркутской области на 2009-2012 годы», - ведомственная целевая программа «Мероприятия по улучшению землеустройства и землепользования (2011-2012 годы)»
	Лесное хозяйство	В рамках деятельности Министерства лесного комплекса Иркутской области: - областная государственная (долгосрочная) целевая программа «Воспроизводство лесов на землях лесного фонда в Иркутской области на 2008-2012 годы»
	Водное хозяйство	В рамках деятельности Министерства природных ресурсов и экологии Иркутской области и ФГУ «Востсибрегионводхоз»: - федеральная целевая программа «Охрана озера Байкал и социально-экономическое развитие Байкальской природной территории», - долгосрочная целевая программа «Защита окружающей среды в Иркутской области на 2011-2015 годы»
	Природопользование и экология	В рамках деятельности Министерства природных ресурсов и экологии Иркутской области: - долгосрочная целевая программа «Защита окружающей среды в Иркутской области на 2011-2015 годы», - ведомственная целевая программа «Сохранение и развитие особо охраняемых природных территорий регионального значения Иркутской области на 2012-2014 годы»
	Недропользование	В рамках деятельности Министерства природных ресурсов и экологии Иркутской области и Министерства жилищной политики, энергетики и транспорта Иркутской области: - долгосрочная целевая программа «Газификация Иркутской области на 2011-2015 годы», - ведомственная целевая программа «Актуализация минерально-сырьевой базы общераспространенных полезных ископаемых Иркутской области 2011-2012 гг.»
	Жилищно-коммунальное хозяйство	В рамках деятельности Министерства строительства и дорожного хозяйства Иркутской области и Министерства жилищной политики, энергетики и транспорта Иркутской области: - национальные, долгосрочные и областные программы «Доступное и комфортное жилье - гражданам России», «Стимулирование жилищного строительства в Иркутской

п/п	Отрасли хозяйства	Основания для выполнения космического мониторинга
		области на 2011-2015 года», «Социальное развитие села Иркутской области на 2011-2014 годы», «Модернизация объектов коммунальной инфраструктуры Иркутской области на 2011-2012 годы», «Повышение устойчивости жилых домов, основных объектов и систем жизнеобеспечения в сейсмических районах Иркутской области на 2011-2014 годы»
	Дорожное хозяйство	В рамках деятельности Министерства строительства и дорожного хозяйства Иркутской области и Дирекции автодорог Иркутской области: - долгосрочная целевая программа «Развитие автомобильных дорог общего пользования, находящихся в государственной собственности Иркутской области, на 2011-2015 годы»
	Туристско-рекреационный комплекс	В рамках деятельности Агентства по туризму Иркутской области: - постановление Правительства РФ от 3 февраля 2007 года № 72 о создании на территории Иркутского районного муниципального образования Иркутской области особой экономической зоны туристско-рекреационного типа (ОЭЗ ТРТ) «Ворота Байкала»

При реализации системы космического мониторинга по отраслям хозяйства могут быть решены задачи, отраженные в табл. 2.

Таблица 2. Задачи, решаемые при постановке системы космического мониторинга

№ п/п	Наименование системы	Решаемые задачи
1.	Система космического мониторинга сельского хозяйства	а) Инвентаризация сельхозугодий, выявление земель выведенных из сельхозоборота, заросших полей, оценка площадей сельхозугодий на уровне <i>хозяйства-района-области</i> ; б) Уточнение и актуализация земельных карт; в) Оценка состояния почв и выявление эродированных участков; г) Определение типов культур; д) Оценка всхожести посевов, выявление посевов пострадавших от неблагоприятных факторов; е) Мониторинг состояния посевов на всем цикле вегетации; ж) Оперативный мониторинг чрезвычайных ситуаций, оказывающих влияние на сельскохозяйственные культуры (по запросам); з) Мониторинг уборочной кампании.
2.	Система космического мониторинга лесного	а) Мониторинг лесопользования – выявление сплошных, выборочных рубок, рубок под инфраструктуру; б) Мониторинг состояния лесного фонда – площади пройденные пожарами, ветровалами, насаждения поврежденные вредителями, болезнями, погибшие в результате нарушения гидрологического

№ п/п	Наименование системы	Решаемые задачи
	хозяйства	режима; с) Выборочный мониторинг соблюдения регламентов рубок по снимкам сверхвысокого разрешения, выявление незаконных рубок; d) Оперативный мониторинг возникновения лесных пожаров, оценка площадей сгоревших территорий; е) Мониторинг и оценка эффективности лесовосстановительной деятельности; f) Разработка и создание карт потенциальной горимости лесов.
3.	Система космического мониторинга объектов водного хозяйства	a) Инвентаризация естественных и искусственных водоемов, оценка площади водного зеркала; b) Мониторинг уровня воды и береговых процессов озера Байкал и Ангарского каскада водохранилищ; с) Мониторинг береговой зоны оз. Байкал (отходы Байкальского ЦБК, канализационные очистные сооружения, полигон ТБО, свалки, строительство электростанции «Рудная» и заводов по розливу питьевой воды в Байкальске); d) Оценка состояния водной массы, процессов эвтрофирования, заиления, зарастания водоемов; е) Оценка состояния водоохранных зон, наличия источников загрязнения, видов техногенных воздействий; f) Оценка состояния существующих и мониторинг строительства вновь создаваемых берегоукрепительных сооружений (рек Иркут, Куда, Ангара, Китой, Витим, Бирюса, Заларинка, Малая Еловка, Черемшанка и др.); g) Создание с использованием трехмерной модели территории Иркутской области, корректной гидрологической модели, обеспечивающей моделирование гидрологических процессов.
4.	Система космического мониторинга объектов природопользования и экологии	a) Инвентаризация объектов размещения отходов; b) Мониторинг существующих санкционированных и незаконных мест складирования ТБО, промышленных отходов и шламохранилищ, выявление вновь появившихся свалок (в пределах жилой, промышленной застройки, а также в буферных зонах основных населенных пунктов); с) Мониторинг состояния скотомогильников, полигонов хранения пестицидов, ядохимикатов и отходов атомной промышленности; d) Мониторинг строительства полигонов ТБО на территории Ольхонского, Казачинско-Ленского района и города Саянска; е) Инвентаризация и паспортизация существующих на территории Иркутской области ООПТ регионального значения; f) Мониторинг состояния существующих ООПТ, выявление фактов нарушения режима охраны – рубок леса, случаев строительства, изменений в ландшафтах, свалок и др.; g) Создание на основе космических снимков актуальных опорных планов территории области для решения задачи оптимизации сети ООПТ; h) Разработка системы паспортизации безопасности территории Иркутской области.
5.	Система космического мониторинга деятельности	a) Инвентаризация, создание базы данных и геопортала по объектам ОПИ; b) Выявление нарушений условий землепользования в процессе недропользования;

№ п/п	Наименование системы	Решаемые задачи
	объектов недропользования	с) Выявление нарушений экологического законодательства – обнаружение загрязнения (в т.ч. нефтяного), картирование нарушенных земель; d) Мониторинг горнодобывающей деятельности – определение динамики разработки полезных ископаемых, объемов земляных работ, скорости образования карьеров и отвалов; е) Создание на основе космических снимков актуальных опорных планов промышленных районов, включая все произошедшие изменения с момента последнего обновления топопланов; f) Мониторинг существующих карьеров и отвалов по добыче рудных и нерудных полезных ископаемых, а также зон воздействия вредных производств; g) Оценка последствий аварийных ситуаций на нефтепроводах; h) Инвентаризация шламовых амбаров, песчаных карьеров, кустовых и промышленных площадок; i) Инвентаризация и оценка деятельности факелов сжигания попутного газа; j) Актуализация пространственного положения существующих газо- и нефтепроводов; k) Мониторинг строительства и функционирования нефте- и газотранспортной системы; l) Выявление в пределах лицензионных участков неблагоприятных природных и техногенных процессов, угрожающих экологической и социальной безопасности.
№ п/п	Наименование системы	Решаемые задачи
6.	Система космического мониторинга объектов жилищно-коммунального хозяйства Иркутской области	а) Создание подсистемы мониторинга жилищного, социального и промышленного строительства: • Мониторинг строительства жилых, социальных и промышленных (в т.ч. инвестиционных) объектов; • Инвентаризация жилищного фонда; • Оценка соблюдения проектных решений и условий землепользования; • Оценка фактического воздействия на природную среду, выявление экологических нарушений; • Создание 3-d моделей наиболее важных инвестиционных объектов; б) Создание подсистемы мониторинга отдельных видов инженерных сетей и коммуникаций: • Мониторинг строительства объектов коммунальной инфраструктуры; • Оценка соблюдения проектных решений и условий землепользования; • Оценка фактического воздействия на природную среду.
7.	Система космического мониторинга объектов дорожного	а) Инвентаризация дорожной сети: уточнение пространственного положения, оценка состояния; б) Мониторинг и инвентаризация ремонтных и строительных работ; с) Определение типов дорожного покрытия, выявление крупных нарушений полотна; д) Оценка состояния буферной зоны автодорог, выявление

№ п/п	Наименование системы	Решаемые задачи
	хозяйства	нарушений условий землепользования.
8.	Система космического мониторинга объектов туристическо-рекреационного комплекса	а) Мониторинг строительства объектов туристической инфраструктуры; б) Создание и обновление слоев векторных электронных карт рекреационных ресурсов, включая природные, культурно-исторические, социально-экономические условия и ресурсы; в) Создание базовой электронной векторной карты суммарной оценки рекреационного потенциала территории; г) Формирование пространственной базы данных рекреационной емкости ландшафтов; д) Использование фотореалистичных 3-D моделей местности, в целях оценки пейзажных ресурсов, аттрактивности ландшафтов, представления территории в информационно-рекламных целях; е) Слежение за развитием рекреационных объектов, строительством, формированием инфраструктуры, выявление зон самозахвата и несанкционированного рекреационного использования ландшафтов; ж) Контроль воздействия на окружающую среду организованной и стихийной рекреационной деятельности, формирование рекомендаций для органов государственной власти по контролю и улучшению состояния окружающей среды.

Перечисленные задачи рассчитаны на разработку, документирование и запуск в промышленную эксплуатацию полного технологического цикла космического мониторинга каждой отрасли хозяйства.

На территориях муниципальных районов Иркутской области будет сформирована *информационно-аналитическая система территориального планирования и управления*, в ходе которой будут решены следующие задачи:

- Создание единой геоинформационной системы землепользования на основе совмещения границ земель различных категорий использования и материалов высокоточной космической съемки;
- Интеграция с результатами мониторинга сельского, дорожного, водного хозяйства, строительных работ и др.;
- Интеграция с данными о кадастровой принадлежности земель (в т.ч. с данными геопортала Росреестра);
- Анализ фактического использования земель муниципальных образований области;
- Создание набора аналитических инструментов для решения задач оптимального размещения вновь создаваемых объектов, вывода статистической информации и поддержки принятия управленческих решений.

В рамках реализации *системы безопасности жизнедеятельности* при ГУ МЧС России по Иркутской области предлагается решение следующих задач:

- Детальный мониторинг потенциально опасных сооружений и различных видов техногенного воздействия, прогнозирование и моделирование

угроз природного, и техногенного характера, в том числе на базе выявления сверхмедленных подвижек по сериям радиолокационных интерферометрических снимков;

- Текущий оперативный мониторинг происходящих ЧС (по запросам);
- Обеспечение руководства и оперативных групп МЧС точной и актуальной картографической информацией в процессе ликвидации последствий;
- Оценка последствий чрезвычайных и аварийных ситуаций (половодья и паводки, порывы трубопроводов, оползни, лесные пожары и др.).

Другим важным направлением развития ЦКТУ НИ ИрГТУ является создание *системы профессиональной подготовки, обучения и аттестации специалистов* в области использования результатов космической деятельности:

- Организация и проведение регулярного повышения квалификации специалистов на базе сертифицированных учебных центров;
- Консультационная поддержка при выполнении проектов на любой стадии, участие в модернизации методик работ в зависимости от изменения внешних условий;
- Обеспечение льготного участия в конференциях, семинарах, круглых столах;
- Организация независимого контроля уровня подготовки специалистов в области навигационных технологий и ДДЗ;
- Обеспечение научно-методической литературой и информацией о современных тенденциях в области навигационных технологий и дистанционного зондирования.

Таким образом, этап формирования технологических работ в ЦКТУ НИ ИрГТУ по постановке системы космического мониторинга по отраслям хозяйства является практическим внедрением РКД в жизнедеятельность общества как инструмент социально-экономического и инновационного развития Иркутской области.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Центры космических услуг. – режим доступа: [<http://www.rekod.ru/products/center/>].
2. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года. – режим доступа: [http://www.irkobl.ru/sites/economy/socio-economic/advance_planning/].
3. Проектные и информационные материалы космического мониторинга компании «Совзонд», 2012 г.

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ И ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПО ОБРАБОТКЕ СПУТНИКОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Виктор Вельгельмович Яхман

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, доцент кафедры астрономии и гравиметрии, тел. (383)3-61-01-59, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

В статье рассматриваются функциональные и потребительские свойства программного обеспечения Trimble Geomatics Office и Pinnacle. Особое внимание уделено вопросу оценки заявленных производителями функциональных и потребительских свойств программного обеспечения. С этой целью была проведена математическая обработка результатов спутниковых измерений, включающая предварительную обработку результатов измерений и минимально ограниченное уравнивание спутниковой геодезической сети. Приводятся результаты оценки функциональных и потребительских свойств. Рекомендуется обработку спутниковых измерений выполнять с помощью программного обеспечения, поставляемого производителем спутниковой аппаратуры.

Ключевые слова: функциональные и потребительские свойства программного обеспечения, обработка спутниковых измерений, оценки заявленных свойств, рекомендации по выбору программного обеспечения.

ASSESSMENT OF FUNCTIONAL AND CONSUMER PROPERTIES OF THE SATELLITE MEASUREMENT PROCESSING SOFTWARE

Viktor V. Yakhman

Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo Ul., Novosibirsk, 630108, docent of astronomy and gravimetry department, tel. (383)3-61-01-59, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

Functional and consumer properties of Trimble Geomatics Office, Pinnacle and Topcon Tools software are considered. Special attention is paid to the assessment of properties, announced by the producer. For the same purpose mathematical treatment of satellite measurements results was conducted, including data reduction and satellite geodetic network adjustment (minimally limited). The results of functional and consumer properties assessment are presented. It is recommended to process satellite measurements using the software supplied by the satellite equipment producer.

Key words: software functional and consumer properties, satellite measurements processing.

В нормативно технических актах рекомендуется выполнять спутниковые измерения с помощью как можно большего числа комплектов спутниковой аппаратуры. Это приводит к тому, что на пунктах геодезической сети спутниковые измерения выполняются с помощью спутниковой аппаратуры разных моделей и разных производителей. Исполнитель, выполняя спутниковые измерения с помощью спутниковой аппаратуры разных производителей, осуществляет обработку результатов измерений в конкретном программном продукте (ПП) одного из поставщиков спутникового оборудования. В этом случае перед исполнителем неизбежно встает вопрос о выборе ПП для математической обработки результатов спутниковых измерений.

Выбор конкретного ПП зависит от множества объективных и субъективных факторов. Однако, прежде чем выбрать конкретный ПП, необходимо сформировать основные требования к его функциональным и потребительским свойствам, которые в существенной мере зависят от технологических особенностей выполнения работ.

В связи с тем, что в отечественной технической литературе отсутствуют публикации по выбору ПП для математической обработки результатов спутниковых измерений, нами в данной работе предпринята попытка по оценке потребительских и функциональных возможностей популярных программных продуктов Trimble Geomatics Office версия 1.6 (TGO) и Pinnacle версия 1.0.

Оценка функциональных и потребительских свойств ПП осуществлялась по результатам следующих технологических операций:

- Планирование сеансов наблюдений;
- Работа с проектами;
- Работа с данными;
- Редактирование данных;
- Обработка базовых линий;
- Контроль качества решения базовых линий;
- Уравнивание геодезической сети;
- Контроль качества уравнивание геодезической сети;
- Вычисление координат и высот пунктов;
- Формирование протоколов обработки;
- Вывод результатов обработки.

На первом этапе оценки потребительских и функциональных возможностей были сформированы основные требования, предъявляемые к ПП. Далее была выполнена оценки потребительских и функциональных свойств. В табл. 1 приведены результаты оценки потребительских свойств ПП.

Таблица 1. Оценка потребительских свойств

Потребительские свойства	Результаты оценки ПП	
	TGO	Pinnacle
Наличие русифицированного руководства пользователя	+	+
Наличие обучающих тестов	+	+
Интерфейс пользователя	Соответствует операционной системе	Объектно-ориентированный
Возможность сохранения результатов работы	Автоматическое	Автоматическое
Возможность обработки спутниковых измерений	+	+
Возможность обработки базовых линий порядка 1000 км и более	Некорректное	Указаны ограничения
Возможность обработки режимов спутниковых измерений	Все	Все
Возможность обработки угловых и линейных измерений	+	-

Потребительские свойства	Результаты оценки ПП	
	TGO	Pinnacle
Возможность обработки результатов нивелирования	+	-
Возможность построения поверхностей	+	-
Возможность построения профилей	+	-
Наличие меню	+	+
Наличие «горячих» клавиш	+	+
Наличие графического редактора	+	+
Графические инструменты	+	-
Текстовые инструменты	+	-
Семантические инструменты (коды классификатора)	+	-
Наглядность и достоверность представления геометрии спутниковой геодезической сети	Соответствует фактическому расположению	Искажение геометрии спутниковой сети
Экспорт файлов в различные ПП	Экспорт файлов в формате *.TXT, *.HTML	Экспорт файлов в формате *.TXT, *.HTML
Возможность экспорта данных в CAD	Частично	-
Возможность экспорта данных в ГИС	Частично	-

В табл. 2 приведены результаты оценки функциональных возможностей ПП.

Таблица 2. Оценка функциональных возможностей

Потребительские свойства	Результаты оценки ПП	
	TGO	Pinnacle
Планирование сеансов наблюдений	+	+
Работа и настройка проектов	+	+
Задание геоида	+	+
Системы координат, применяемые в России	WGS – 84, СК-42, СК Пользователя	WGS – 84, ПЗ-90, СК-42, СК-95, СК-63, СК Пользователя
Импорт файлов измерений с приборов	Приемники, тахеометры, цифровые нивелиры	Приемники
Импорт файлов спутниковых измерений в проект	*.dat и Rinex	*.jps, *.tps, Rinex
Проверка входных данных	Выполняется автоматически	Выполняется вручную по каждой оккупации
Редактирование импортируемых файлов измерений	+	+
Редактирование временного интервала синхронных наблюдений	+	+
Редактор параметров антенн	+	+
Задание параметров обработки базовых линий	+	+
Обработка отдельных базовых линий	+	+
Обработка множества базовых линий	Все	Все и фрагмент
Формирование протоколов обработки	+	+
Контроль качества решения базовых линий	+	+

Вычисление невязок в замкнутых фигурах	+	+
Редактирование спутниковых измерений	Удаление спутников и фрагментов наблюдений	Удаление спутников
Задание параметров уравнивания спутниковой сети	+	+
Минимально ограниченное уравнивание	+	+
Раздельное уравнивание	+	+
Окончательное уравнивание	+	+
Уравнивание в системе координат	WGS – 84	WGS – 84, ПЗ-90, СК-95,
Преобразование координат	WGS – 84, СК-42, СК Пользователя	WGS – 84, ПЗ-90, СК-42, СК-95, СК-63, СК Пользователя
Контроль качества уравнивания геодезической сети	+	+
Калибровка района работ	+	-
Формирование отчетов обработки	+	+

Из оценки основных функциональных и потребительских свойств ПП можно сделать вывод о том, что каждый ПП имеет свои положительные и отрицательные функциональные и потребительские свойства. Не все заявленные производителями ПП возможности корректно реализованы на практике. Например, в [1] сказано, что TGO поддерживает импорт файлов из цифровых нивелиров. Однако, это не совсем соответствует действительности. В процессе проверки данной функциональной особенности были использованы файлы из цифрового нивелира DNA 03 № 334374 фирмы Leica и нивелира DiNi 03 № 706006 фирмы Trimble. Импортировать эти файлы в проект не удалось. В [1] сказано, что TGO поддерживает большое количество форматов для экспорта данных проекта в другие ПП. Некоторые форматы позволяют экспортировать линии и текст, например, графические файлы AutoCad форматы dxf и dwg. Но при экспорте файлов пропадает информация о топологии сети (связь пунктов), кодировка, условные знаки. В процессе проверки данной функциональной особенности был экспортирован файл форматом только dxf. Экспортировать файл в формате dwg не удалось. Но после экспорта данных в ПО AutoCad отображаются только точки в виде примитивов, отображение которых возможно только при установке в рабочем пространстве AutoCad параметров отображения точек. В свойствах примитива сохранено только название точки. Возникли проблемы с экспортом данных в ПО MapInfo. В [1] указано, что можно экспортировать файлы данных в формате .mif и .mid для работы в ПО MapInfo. Проблема оказалась в том, что MapInfo не загружает данные этих форматов. Таким образом, рекомендуется выполнять экспорт в текстовых форматах либо в ПО ArcInfo. В [1] заявлено, что TGO может обрабатывать базовые линии порядка 1000 км и более, однако это не соответствует действительности.

Стоит отметить, что с точки зрения потребительских свойств рассматриваемого программного обеспечения Pinnacle является более сложным продуктом. Это объясняется тем, что Trimble Geomatics Office имеет

привычный для пользователя Windows интерфейс (GUI), а Pinnacle – это объектно-ориентированный продукт, представляющий собой комплекс простых и сложных объектов, в которых выходные данные одних являются входными для других.

Для оценки качества результатов обработки спутниковых измерений в среде ПП были использованы материалы по созданию каркасной сети (КС) города Новосибирска. КС представляет собой центральную систему включающую семь пунктов: Каинская Заимка (KAIN), Тулинский (TULI), Ленинский (LENI), Издривинский (Izdr), Марусино (MARU), Спартак Нов. (SPAR) и пункт ФАГС Новосибирск (NSK1). Минимальная базовая линия (БЛ) составила 12 км, максимальная 21 км. Спутниковые измерения в каркасной сети выполнялись двухсистемными, двухчастотными геодезическими приёмниками Legacy американской фирмы Javad Positioning Systems. При измерениях использовались разные типы антенн: Legant, Regant (SD), Regant (DD).

В процессе проведения экспериментальных исследований было создано 6 проектов с разной продолжительностью сеансов:

- Обработка суточных сеансов с точными эфемеридами;
- Обработка суточных сеансов с бортовыми эфемеридами;
- Обработка четырехчасовых дневных сеансов с точными эфемеридами;
- Обработка четырехчасовых ночных сеансов с точными эфемеридами;
- Обработка часовых дневных сеансов с точными эфемеридами;
- Обработка часовых ночных сеансов с точными эфемеридами.

Решение базовых линий выполнено со следующими параметрами:

- Максимальное количество итераций – 10;
- Маска по высоте – 15°;
- Тропосферная модель “Найла”;

Особый интерес для нас представляли результаты решения БЛ различной продолжительности и в различных форматах. В таблице 3 представлены результаты решения базовых линий суточных сеансов в среде TGO

Таблице 3. Результаты решения базовых линий в среде TGO

Базовая линия	ПП TGO формат Rinex		
	Длина линии (м)	Ratio	RMS (мм)
KAIN-Izdr	12137,476	23,5	10
KAIN-TULI	21243,487	15,0	9
LENI-Izdr	19370,473	4,0	8
LENI-SPAR	16277,712	10,1	10
NSK1-Izdr	15783,178	11,9	8
NSK1-KAIN	17158,994	14,5	10
NSK1-LENI	20088,161	3,2	9
NSK1-MARU	16247,304	22,0	8
NSK1-SPAR	15884,276	7,9	7
NSK1-TULI	15647,718	17,1	8
SPAR-MARU	14699,077	17,8	8
TULI-MARU	17314,927	17,4	8

В табл. 4 представлены результаты решения базовых линий суточных сеансов в среде Pinnacle

Таблице 4. Результаты решения базовых линий в среде Pinnacle

Базовая линия	ПП Pinnacle формат Rinex		
	Длина линии (м)	Ratio	RMS (мм)
KAIN-Izdr	12137.477	96,3	8.2
KAIN-TULI	21243.487	96,5	14,7
LENI-Izdr	19370.470	96,3	13,5
LENI-SPAR	16277.711	95,6	11,4
NSK1-Izdr	15783.176	96,3	10,7
NSK1-KAIN	17158.990	95,2	11,7
NSK1-LENI	20088.184	96,9	14,7
NSK1-MARU	16247.308	95,0	11,0
NSK1-SPAR	15884.277	95,1	10,8
NSK1-TULI	15647.722	95,0	11,0
SPAR-MARU	14699.077	99,8	9,9
TULI-MARU	17314.927	95,5	11,7

В табл. 5 представлены результаты решения базовых линий суточных сеансов в среде Pinnacle.

Все базовые линии, результаты которых приведены в табл. 3,4 и 5 имеют статус ионосвободного решения. Во всех случаях тест “ratio” пройден. Среднеквадратические ошибки (Standard Deviations) длин и компонент базовых линий не превышают одного сантиметра. Отношение финальных дисперсий к предвычисленным (Reference Variance) близко к единице. Наибольшие невязки в фигурах составили 0,004 метра в плане и 0,010 метра по высоте.

Следующим экспериментом была обработка четырехчасовых базовых линий, измерения которых выполнялись в дневное и ночное время. Особый интерес вызвала обработка четырехчасовых ночных сеансов. В табл. 6 представлены результаты решения базовых линий четырехчасовых ночных сеансов в среде Pinnacle.

Таблица 5. Результаты решения базовых линий в среде Pinnacle

Базовая линия	ПП Pinnacle формат *.jps		
	Длина линии (м)	Ratio	RMS (мм)
KAIN-Izdr	12137.475	96,6	8.3
KAIN-TULI	21243.489	96,3	14.5
LENI-Izdr	19370.469	95,4	13.4
LENI-SPAR	16277.711	95,2	11.2
NSK1-Izdr	15783.173	95,7	10.7
NSK1-KAIN	17158.990	95,2	11.6
NSK1-LENI	20088.180	96,6	14.3
NSK1-MARU	16247.307	95,0	11.0
NSK1-SPAR	15884.272	95,9	10.9
NSK1-TULI	15647.721	95,9	11.5
SPAR-MARU	14699.077	99,9	9.9
TULI-MARU	17314.928	99,6	11.7

Таблица 6. Результаты решения базовых линий в среде Pinnacle

Базовая линия	ПП Pinnacle формат *.jps		
	Длина линии (м)	Ratio	RMS (мм)
KAIN-Izdr	12137.476	99,2	10,2
KAIN-TULI	21243.489	100,0	9,6
LENI-Izdr	19370.391	95,1	70,4
LENI-SPAR	16277.712	95,1	10,6
NSK1-Izdr	15783.179	99,5	9,6
NSK1-KAIN	17158.993	100,0	9,5
NSK1-LENI	20088.198	95,3	50,1
NSK1-MARU	16247.306	100,0	6,8
NSK1-SPAR	15884.277	99,4	10,7
NSK1-TULI	15647.720	100,0	9,6
SPAR-MARU	14699.079	100,0	10,1
TULI-MARU	17314.926	100,0	9,1

В табл. 7 представлены результаты решения базовых линий четырехчасовых ночных сеансов в среде TGO.

Таблица 7. Результаты решения базовых линий в среде TGO

Базовая линия	ПП TGO формат Rinex		
	Длина линии (м)	Ratio	RMS (мм)
KAIN-Izdr	12137,476	5,1	9
KAIN-TULI	21243,488	54,7	9
LENI-Izdr	19370,473	1,1	8
LENI-SPAR	16277,712	3,3	11
NSK1-Izdr	15783,179	5,5	9
NSK1-KAIN	17158,996	5,2	9
NSK1-LENI	20088,161	0,8	9
NSK1-MARU	16247,303	22,4	8
NSK1-SPAR	15884,274	4,0	8
NSK1-TULI	15647,718	51,0	9
SPAR-MARU	14699,078	19,8	8
TULI-MARU	17314,929	17,7	8

Анализируя результаты решения базовых линии, приведенных в таблицах 6 и 7 следует сделать вывод, что в среде TGO получено плавающее решение на двух базовых линиях LENI-Izdr и NSK1-LENI. Тот же результат получен и при разбивке четырех часовых сеансов на часовые.

Иными словами, спутниковая аппаратура и программное обеспечение различных производителей работает со своим внутренним форматом данных и, вследствие этого, файлы измерений отличаются по объему информации, заключенной в них.

Данные результаты подтверждают, что обработку спутниковых измерений необходимо выполнять в ПП, поставляемом вместе со спутниковой аппаратурой, так как при конвертировании файлов в формат RINEX часть информации, которая востребована при обработке в фирменном программном

продукте, теряется. В каждом ПП результаты обработки незначительно отличаются, что нельзя сказать об оценке полученных результатов различающейся на порядок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руководство пользователя ПО Trimble Geomatics Office, часть 1, 2
2. Руководство пользователя ПО Pinnacle, версия 2, часть 1, 2

© *В.В. Яхман*, 2012

О МАТЕМАТИЧЕСКОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ КОРРЕЛЯЦИИ СПУТНИКОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ И ПУТИ ОСЛАБЛЕНИЯ ЕЕ ВЛИЯНИЯ

Виктор Вельгельмович Яхман

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доцент кафедры астрономии и гравиметрии, тел. (383)3-61-01-59, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

В статье приводятся понятия физической и математической корреляции спутниковых измерений. Раскрываются причины их проявления. Отмечается, что спутниковые измерения, выполненные в одно и то же время, подвержены общим внешним влияниям и физически коррелированы. Математическая корреляция спутниковых измерений проявляется через выбранную математическую модель. Если в ковариационной матрице наблюдений присутствуют даже малые по величине недиагональные элементы, то при больших объемах измерений это приводит к искажению оцениваемых параметров модели. Влияние физической и математической корреляции можно ослабить путем применения соответствующих методических приемов выполнения спутниковых измерений и дополнением функциональной модели наблюдений.

Ключевые слова: спутниковые измерения, математическая и физическая корреляция, математическая модель, искажение оцениваемых параметров модели, пути ослабления влияния корреляции, методические приемы выполнения спутниковых измерений.

MATHEMATICAL AND PHYSICAL CORRELATION OF SATELLITE MEASUREMENTS AND THE WAYS OF ITS EFFECT ATTENUATION

Viktor V. Yakhman

Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo Ul., Novosibirsk, 630108, docent of astronomy and gravimetry department, tel. (383)3-61-01-59, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

The concepts of satellite measurements physical and mathematical correlations are presented, the reasons for them are shown. It is noted that the satellite measurements conducted simultaneously are subject to the same external influence and are physically correlated. Mathematical correlation of satellite measurements is revealed through the chosen mathematical model. If the covariance matrix of observations comprises even small off-diagonal elements, then large volumes of measurements will result in the distortion of the model parameters to be determined. The physical and mathematical correlations influence may be attenuated using the proper techniques for satellite measurements complemented by the functional observation model.

Key words: physical and mathematical correlations, mathematical model, the ways of its attenuation.

Спутниковые измерения из-за физических условий и методики их выполнения являются зависимыми между собой, то есть коррелированными. Это объясняется тем, что одни и те же наблюдения, сделанные в одно и то же время содержат подобные влияния атмосферных условий и ошибок часов спутников и приемников, а также типовые рефракционные задержки микроволновых сигналов при прохождении через ионосферу и тропосферу.

Если выполненные спутниковые измерения подвержены общим внешним влияниям, то о них говорят, что они физически коррелированы.

Математическая же корреляция проявляется через выбранную математическую модель обработки спутниковых измерений и связана с ее параметрами. Если функционально коррелированные величины используют один и тот же параметр в модели наблюдений, то говорят, что они функционально зависимы между собой. Если в ковариационной матрице спутниковых измерений присутствуют отличные от нуля недиагональные элементы, то говорят о стохастической корреляции [1, 2]. Эта корреляция наблюдается не только в стохастической модели уравнивания спутниковой геодезической сети, но и встречается тогда, когда рассматриваются функции спутниковых измерений, например, при образовании разностей фаз. Если в ковариационной матрице наблюдений присутствуют даже малые по величине недиагональные элементы, то при больших объемах измерений это приводит к искажению оцениваемых параметров модели. Более того, даже если ковариационная матрица наблюдений является диагональной (матрицей весов), то ковариационная матрица, полученная из оценивания параметров по методу наименьших квадратов, будет обычно полной матрицей, и поэтому будет показывать стохастические корреляции.

Естественно возникает вопрос о надежном установлении корреляционных связей спутниковых измерений. Однако этот вопрос не простой, так как зависимость спутниковых измерений изменяется во времени и пространстве. Более того, для надежного определения корреляционных связей спутниковых измерений требуется большой объем избыточной информации, что в свою очередь является проблемой.

Физические корреляции можно в какой-то мере учесть, если ввести соответствующие члены в функциональную модель спутниковых измерений. Примером является ошибка поправки часов приемника в модели абсолютного способа определения координат. Однако в этом случае необходимо вводить в функциональную модель и другие поправки (ошибки часов спутника, ошибки в положении спутника, ошибки задержек распространения сигнала в тропосфере и т. д.), что в свою очередь сделать невозможно из-за ограниченного числа наблюдаемых спутников. Поэтому при создании геодезических сетей используется относительный способ, в котором два или более приемников должны синхронно выполнять спутниковые измерения на одни и те же спутники. Физические корреляции тогда можно моделировать как общие члены смещений в функциональной модели. Использование математических операций, таких как вычитание, поможет значительно ослабить влияние корреляций. По мере того, как расстояние между спутниковыми приемниками будет увеличиваться, будет усиливаться и декорреляция физических эффектов от ошибок орбит и атмосферных задержек. Физические корреляции могут быть пространственными и временными или теми и другими одновременно. Примерами этого являются рефракционные задержки, которые испытывают микроволновые сигналы спутников при их прохождении через ионосферу и тропосферу. Эти задержки

являются значительным источником пространственной и временной физической корреляции, которой трудно управлять по целому ряду объективных причин.

Автор работы [3] на основании обработки большого объема экспериментальных данных вывел экспонентную ковариационную функцию, которая описывает временную физическую корреляцию:

$$\chi(\tau) = \exp\left(\frac{-|\tau|}{T}\right), \quad (1)$$

где $\chi(\tau)$ – коэффициент корреляции для временного отставания τ (в секундах),

T – длина корреляции (в секундах).

Значения $\chi(\tau)$ для различных темпов сбора данных (интервалов между эпохами) приведены в табл. 1.

Таблица 1. Значения коэффициента корреляции

Коэффициент корреляции	0.996	0.981	0.944	0.891	0.794
Темп сбора данных, (сек)	1	5	15	30	60

Типичное значение T составляет около 250-350 секунд, т.е. данные, собранные более чем через 350 секунд с одного и того же приемника на один и тот же спутник, можно рассматривать как слабо коррелированные (коэффициент корреляции для них будет около нуля).

Если считать темп сбора данных постоянным, то коэффициент корреляция между любыми двумя эпохами можно выразить как:

$$\chi(i) = \chi(1)^i. \quad (2)$$

Например, при темпе сбора данных в 15 секунд $\chi(1)=0.944$, и коэффициент корреляции для данных между последовательными эпохами равен 0.944, но он равен 0.944^2 (0,891), для двух наборов данных через 30 секунд и 0.944^3 (0,841). Следовательно, временная корреляция уменьшается по мере увеличения интервала между данными. Эту эмпирически выведенную корреляцию невозможно ввести в ковариационную матрицу однопутных наблюдений. Более того, программное обеспечение, поставляемое производителями спутниковой аппаратуры тоже не вводит ее. Это только одна из многих причин, по которой точность базовых линий оказывается завышенной.

При обработке спутниковых измерений используются разности между результатами измерений, полученных: с одного пункта А на два спутника с номерами i и j ; с двух пунктов А и В на один спутник i ; с двух пунктов А и В на два спутника i и j ; с двух пунктов А и В на два спутника i и j в эпохи t_0 и t_1 .

Это полезно для измерений, которые содержат ошибки времени (и другие ошибки), являющиеся линейно-коррелированными, например, если одинаковые смещения воздействуют на два измерения, то при их вычитании общие смещения будут исключаться. Получаемые в результате вычитания параметры рассматривают как новые измерения, обладающие как рядом преимуществ, так и недостатков. При образовании разностей исходные наблюдения фазы несущей

и их однопутная математическая модель модифицируются, следовательно, в полученных наблюдениях присутствует математическая корреляция. Это означает, что и математическая и стохастическая модели изменяются. Обычно предполагается, что все (однопутные) фазы несущей отдельной эпохи являются независимыми и имеют одну и ту же дисперсию. Однако это не совсем правильно, поскольку величина остаточных атмосферных смещений, вероятно, будет функцией высоты спутника над горизонтом и, следовательно, веса наблюдений должны изменяться как функция от этого угла.

Ковариационная матрица наблюдений двойных разностей зависит от оператора двойной разности, используемого для образования разностного наблюдения между спутниками i и j и приемниками A и B . При этом, если в образовании разностей взята весовая матрица, то ковариационная матрица наблюдений двойных разностей будет показывать стохастическую корреляцию (т.е. ненулевые недиагональные члены). Иными словами процесс образования двойных разностей вводит математическую корреляцию в полученные наблюдения. Более того, после образования разностей резко возрастают шумы наблюдений, что приводит иногда к искажению зависимости наблюдений. В отдельных программных продуктах, поставляемых производителями спутниковой аппаратуры, обычно пренебрегают математической корреляцией, возникающей из-за вычитания, и для двойных и тройных разностей используют диагональные матрицы, что приводит к завышенной точности базовых линий.

В работах [1, 2] показано то, что если стохастическая модель спутниковой геодезической сети содержит ошибочную информацию о связях, то результаты уравнивания и оценка точности будут ненадежны.

Стохастическая модель задаётся ковариационными матрицами, получаемыми при решении отдельных базовых линий:

$$\mathbf{K}_{XYZ} = \begin{bmatrix} \sigma_X^2 & \sigma_{XY} & \sigma_{XZ} \\ \sigma_{YX} & \sigma_Y^2 & \sigma_{YZ} \\ \sigma_{ZX} & \sigma_{ZY} & \sigma_Z^2 \end{bmatrix}, \quad (3)$$

в которых диагональные члены – дисперсии приращений координат базовых линий, а недиагональные члены – их ковариации. Основной недостаток этих матриц заключается в том, что они характеризуют точность компонентов базовых линий по внутренней сходимости. Хотя ковариационные матрицы векторов базовых линий не дают возможности судить о реальной точности их координат, но по ним можно сделать некоторые выводы об условиях наблюдений.

Чтобы получить реальную оценку точности при уравнивании спутниковой геодезической сети необходимо выполнить итеративное уточнение ковариационных матриц (3) [1, 2].

Не претендуя на полноту изложения затронутых в статье вопросов, так как их решение требует очень большого объема экспериментальных исследований, хотелось бы обратить внимание на ряд методических приемов выполнения спутниковых измерений для ослабления влияния физической и математической корреляций:

- При выполнении спутниковых измерений в геодезических сетях не рекомендуется уменьшать дискретность записи менее 30 секунд;
- Необходимо учитывать тот факт, что короткие базовые линии имеют завышенную оценку точности. Чем длиннее базовые линии, тем состоятельнее оценка качества выполненных спутниковых измерений;
- Доступность большого числа наблюдаемых спутников будет улучшать геометрию наблюдений и, следовательно, будет лучше учитывать корреляции тропосферных зенитных задержек;
- Спутниковые геодезические сети необходимо создавать в виде замкнутых фигур, образованных из независимых базовых линий с отношением длин сторон не менее 1/6. Сеть должна быть близка к однородной;
- При выборе спутниковой аппаратуры следует учитывать стохастические аспекты наблюдений, которые зависят от типа приемника. Для этого необходимо провести пробные измерения и определить показатели качества для всех приемников, участвующих в измерениях;
- Знание стохастических свойств (стандартные отклонения, степень временной корреляции, корреляции между типами параметров) представляет большую важность в высокоточных геодезических работах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Яхман В.В. Стохастические модели уравнивания сети [Текст] / К.М. Антонович, В.В. Яхман // Сб. материалов II Международного научного конгресса «ГЕО-Сибирь-2006», 24–28 апреля 2006 г., т. 1, ч. 2 «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия», Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2006. – С. 59–64.
2. Яхман В.В. Выбор стохастической модели при уравнивании спутниковых геодезических сетей [Текст] / К.М. Антонович, В.В. Яхман // Вестник СГГА, вып. 11. – Новосибирск: СГГА, 2006. – С. 58–64.
3. EL-RABBANY, A.E-S., 1994. The effect of physical correlations on the ambiguity resolution and accuracy estimation in GPS differential positioning. Dept. of Geodesy & Geomatic Eng., University of New Brunswick, Canada, Tech. rept. no.170, 161pp.

© В.В. Яхман, 2012

ФИЗИЧЕСКАЯ И АЛГЕБРАИЧЕСКАЯ ДЕКОМПОЗИЦИЯ ПЛОХО ОБУСЛОВЛЕННЫХ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ В ГЕОДЕЗИИ

Юрий Венедиктович Сурнин

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, профессор кафедры астрономии и гравиметрии, тел. (383) 361-01-59, e-mail: surnin@ssga.ru

Рассматривается физическая и алгебраическая декомпозиция плохо обусловленных обратных задач геодезии, которые сведены к решению линейной системы алгебраических уравнений $Ax=f$. Обе декомпозиции делаются, как в пространстве измерений f , так и в пространстве оцениваемых параметров x . Такая двусторонняя декомпозиция (сближая два пространства) улучшает обусловленность системы уравнений и отделяет группу информативных неизвестных параметров от группы плохо определяемых параметров. В итоге повышается точность определения информативной части параметров и улучшается корректность интерпретации результатов решения задачи.

Ключевые слова: геодезия, обратные задачи, плохая обусловленность, декомпозиция.

PHYSICAL AND ALGEBRAIC DECOMPOSITION OF ILL-CONDITIONED INVERSE PROBLEMS IN GEODESY

Yuri V. Surnin

Prof., department of Astronomy and Gravimetry, Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo st., 630108, Novosibirsk, phone: (383) 361-01-59, e-mail: surnin@ssga.ru

Physical and algebraic decomposition of ill-conditioned inverse problems in geodesy is considered. The problems are reduced to solving the linear system of algebraic equations $Ax=f$. Both decompositions are made in the space of measurements as well as in the space of parameters to be estimated. Such two-sided decomposition, bringing together the space of measurements f and that of the parameters to be estimated x , improves conditionality of the combined equations and separates the group of informative unknown parameters from the group of ill-definable ones, "absorbed" by the measurement and model inaccuracies. As a result, both the accuracy of the informative part of the parameters and the correctness of the problem solution results interpretation are improved.

Key words: geodesy, inverse problems, ill-conditioning, decomposition.

Впервые алгебраическая и физическая декомпозиция обратных задач геодезии в таком аспекте обсуждалась на «Четвертом сибирском конгрессе по прикладной и индустриальной математике» [1]. В данной статье этот вопрос рассматривается с общих позиций более подробно.

Обратные задачи. Обратными задачами в геодезии называются такие, в которых определяемые параметры математической модели объекта (или процесса) - вектор x - связаны с измеряемыми величинами - вектор f - не непосредственно, а косвенно, через линейное (или нелинейное) уравнение, называемое уравнением наблюдений (или уравнением связи). Значительная

часть обратных задач геодезии сводится к решению системы линейных уравнений с действительными коэффициентами

$$\mathbf{Ax} = \mathbf{f}, \quad (1)$$

где $\mathbf{x}$ – вектор неизвестных параметров обратной задачи размера $m \times 1$, $\mathbf{f}$ – вектор измерений размера $n \times 1$, $\mathbf{A}$ – $n \times m$ – матрица коэффициентов.

Плохая обусловленность задачи. Когда измерительной информации $\mathbf{f}$ недостаточно (или по количеству и/или по составу и/или по распределению измерений в пространстве и во времени) для оценивания заданного количества и состава неизвестных параметров $\mathbf{x}$, то задача становится плохо обусловленной. Распознать плохую обусловленность задачи до или после решения системы (1) без привлечения априорной информации о точности элементов матрицы $\mathbf{A}$ и правой части $\mathbf{f}$ и без дополнительного анализа матрицы коэффициентов $\mathbf{A}$ обычно затруднительно.

Для установления плохой обусловленности системы (1) привлекается критерий [2, с. 58]

$$\varepsilon_x \leq \alpha, \quad (2)$$

$$\varepsilon_x \leq \mu(\mathbf{A})/[1 - \varepsilon_A \mu(\mathbf{A})](\varepsilon_A + \varepsilon_f), \quad (3)$$

$$\varepsilon_x = \|\Delta \mathbf{x}\|/\|\mathbf{x}\|, \quad \varepsilon_A = \|\Delta \mathbf{A}\|/\|\mathbf{A}\|, \quad \varepsilon_f = \|\Delta \mathbf{f}\|/\|\mathbf{f}\| = \|\mathbf{v}\|/\|\mathbf{f}\|, \quad (4)$$

основанный на вычислении числа обусловленности $\mu(\mathbf{A})$ матрицы $\mathbf{A}$ по формуле

$$\mu(\mathbf{A}) = \sigma_{\max}(\mathbf{A})/\sigma_{\min}(\mathbf{A}). \quad (5)$$

В формулах (2)-(5) ε_A , ε_f – априорные относительные погрешности матрицы коэффициентов $\mathbf{A}$ и правой части $\mathbf{f}$; ε_x – апостериорная относительная погрешность решения $\mathbf{x}$, вызванная погрешностями ε_A , ε_f и обусловленностью матрицы $\mu(\mathbf{A})$; $\sigma_{\max}(\mathbf{A})$, $\sigma_{\min}(\mathbf{A})$ – максимальное и минимальное сингулярные числа матрицы $\mathbf{A}$; α – заданная априори относительная погрешность решения $\mathbf{x}$.

Критерий обусловленности работает так: если неравенство (2) выполняется, то – в условиях имеющейся информации ($\mathbf{A}$, $\mathbf{f}$, ε_A , ε_f) и требуемой относительной точности решения α – задача (1) является хорошо обусловленной. В противном случае задача (1) плохо обусловлена. Это значит, что малые априорные возмущения исходной информации – измерений ε_f и модели ε_A – могут приводить к недопустимым возмущениям ε_x решения $\mathbf{x}$, которые превышают заданный заказчиком предел α ($\varepsilon_x \geq \alpha$).

Алгебраическая декомпозиция. В общем случае декомпозиция задачи означает разделение исходной задачи (1) на взаимно независимые подзадачи, каждая из которых может решаться самостоятельно, но уже с меньшим числом неизвестных параметров и с другими физическими (смысловыми) значениями. Вычислительная линейная алгебра дает формальный алгоритм (идеальной) алгебраической декомпозиции системы (1), приводящий к диагональной системе уравнений [2, 3]

$$\Sigma \mathbf{y} = \mathbf{g}, \quad (6)$$

$$\mathbf{y} = \mathbf{W}^T \mathbf{x}, \quad (7)$$

$$\mathbf{g} = \mathbf{U}^T \mathbf{f} \quad (8)$$

с помощью сингулярного разложения матрицы $\mathbf{A}$

$$\mathbf{A} = \mathbf{U} \Sigma \mathbf{W}^T, \quad (9)$$

$$\Sigma = \text{diag}\{\sigma_1, \dots, \sigma_m\}, \quad (10)$$

где Σ - диагональная матрица размера $n \times m$, состоящая из сингулярных чисел $\sigma_j, j=1, \dots, m$, которые упорядочим по убыванию, так что $\sigma_{j+1} \leq \sigma_j$ и $\sigma_1 = \sigma_{\max}$, $\sigma_m = \sigma_{\min}$; U - ортогональная матрица левых сингулярных векторов размером $n \times n$, образующая ортонормированный базис пространства измерений (или иначе - базис для области значений матрицы A); W - ортогональная матрица правых сингулярных векторов размером $m \times m$, образующая ортонормированный базис пространства оцениваемых параметров (или иначе - базис для области определения оператора A); y - вектор новых неизвестных размера $m \times 1$, линейно связанный с исходным вектором x параметров модели (1) зависимостью (7); g - вектор новой правой части размера $n \times 1$, получаемый линейным преобразованием (8) исходного вектора измерений f .

Таким образом, алгебраическая декомпозиция (6) приводит к разделению исходной задачи (1) на независимые подзадачи: каждый новый неизвестный параметр y_j ($j=1, \dots, m$) определяется независимо из решения одного линейного уравнения с одним неизвестным

$$\sigma_j y_j = g_j, \quad j=1, \dots, m. \quad (11)$$

Возвращение к исходным определяемым параметрам x_j осуществляется посредством обратного преобразования (6)

$$x = Wy. \quad (12)$$

Декомпозированная алгебраически система (6) может распадаться в идеальном случае (когда матрица безошибочна) на две или три подсистемы в зависимости от значений размерностей n и m и ранга r матрицы A :

$$y_j = \sigma_j^+ g_j, \quad \sigma_j^+ = \sigma_j^{-1}, \quad \text{если} \quad j \leq r \quad (\sigma_j \neq 0), \quad (13)$$

$$y_j = \sigma_j^+ g_j, \quad \sigma_j^+ = 0, \quad \text{если} \quad r+1 \leq j \leq m \quad (\sigma_j = 0), \quad (14)$$

$$0 = g_j, \quad \text{если} \quad m < j \leq n, \quad (15)$$

где ранг r матрицы A определяется количеством ненулевых сингулярных чисел в (10), σ_j^+ - псевдообратные сингулярные числа.

В реальных условиях матрица A всегда сопровождается неизбежными погрешностями ε_A . И если исходная (невозмущенная погрешностями) матрица A недостаточного ранга ($r < m$), то реальная (возмущенная) матрица оказывается, как правило, формально полного ранга. Поэтому среди всех сингулярных чисел не будет строгого равенства нулю ($\sigma_j = 0$) и вторая подсистема (14) оказывается пустой, а точнее, подсистема (14) автоматически присоединяется к первой подсистеме (13). В такой подсистеме (13) вместо нулевых сингулярных чисел (как должно бы быть) будут некоторые малые отличные от нуля числа, примерная величина которых τ может оцениваться погрешностью ε_A и нормой матрицы $\|A\| = \sigma_{\max}$ по формуле

$$\tau = \sigma_{\max} \varepsilon_A. \quad (16)$$

В результате группа присоединенных из (14) неизвестных параметров y_j ($r+1 \leq j \leq m$) не будет иметь, ни одной верной значащей цифры. Следовательно, такие y_j будут неинформативными параметрами и не должны влиять на решение x согласно формуле (12). В этом случае рекомендуется приравнивать нулю псевдообратные сингулярные числа σ_j^+ , у которых соответствующие им сингулярные числа σ_j меньше или равны границе τ

$$\sigma_j^+ = 0, \text{ если } \sigma_j \leq \tau, \quad j=1, \dots, m. \quad (17)$$

Для возмущенных погрешностями ε_A матрицы A вводится понятие эффективного ранга k , как количество ненулевых сингулярных чисел σ_j , больших границы τ , определяемой формулой (16).

Физическая декомпозиция. Главный недостаток алгебраической декомпозиции (6)-(15) в том, что она меняет исходные пространства измерений f и искомых параметров x на абстрактные алгебраические пространства соответственно для g и для y . Исходные пространства для f и x - это физические пространства. В них сформулирована задача (1), в них осуществляется оценка качества измерений f и интерпретация получаемых решений x , в них производится затем управление объектом (или процессом). Абстрактные алгебраические пространства для g и y такими свойствами в общем случае не обладают. Поэтому перед алгебраической декомпозицией (6)-(15) предлагается выполнять физическую декомпозицию задачи (1), а затем, к разделенной на почти независимые части задаче, применять алгебраическую декомпозицию. Физическая декомпозиция системы уравнений (1) – это разделение исходной задачи (1) на подзадачи так, чтобы преобразованная система уравнений имела блочно-диагональную структуру. Преобразования (не обязательно линейные) исходной системы (1) должны выполняться, как в пространстве оцениваемых параметров x , так и в пространстве измерений f . Главное отличие физической декомпозиции от алгебраической состоит в том, что декомпозиция должна выполняться в двух физических пространствах, в которых сохраняется физический смысл, как преобразованного вектора определяемых параметров, так и преобразованного вектора измерений. Это дает возможность осознанно производить неформальную оценку качества измерений, интерпретацию решений и последующее управление объектом (или процессом).

Не существует общего алгоритма физической декомпозиции, подобного (6)-(15). В каждой конкретной задаче - это процесс индивидуальный и творческий. Рассматриваются два возможных подхода к физической декомпозиции.

Первый прием декомпозиции состоит в замене исходного вектора параметров x и вектора измерений f новыми векторами z и h соответственно, которые являются специально подобранными (линейными или нелинейными) векторными функциями, сохраняющими физический смысл:

$$Bz = h, \quad z = z(x), \quad h = h(f). \quad (18)$$

Примером может служить замена криволинейных (угловых) координат (сферических, эллипсоидальных и др.) векторов x и f на линейные элементы вдоль координатных линий. Вот один пример. Вместо определения поправок в долготы $\Delta\lambda$ и широты $\Delta\varphi$ какого-либо пункта, формирующих вектор x , и вместо свободных членов азимутальных ΔA и угловых высот Δh , образующих вектор измерений f , вводятся линейные элементы $\Delta\lambda R \cos\varphi$ и $\Delta\varphi R$ (где R – средний радиус Земли), $\Delta A \operatorname{Arcosh}$ и $\Delta h \rho$ (где ρ – расстояние от пункта измерений до наблюдаемого объекта). Эти линейные элементы создают новый вектор определяемых параметров z и новый вектор измерений h , которые сохраняют физический смысл.

Второй прием декомпозиции состоит в сближении пространств новых параметров $\mathbf{z}$ и преобразованных измерений $\mathbf{h}$ путем ортогональных преобразований $\mathbf{H}$ и $\mathbf{Q}$, меняющих ориентировку систем координат $\mathbf{z}$ и $\mathbf{h}$ так, чтобы оба пространства по возможности сближались

$$\mathbf{C}\mathbf{q} = \mathbf{u}, \quad (19)$$

$$\mathbf{C} = \mathbf{H}\mathbf{B}\mathbf{Q}^{-1}, \quad \mathbf{q} = \mathbf{Q}\mathbf{z}, \quad \mathbf{u} = \mathbf{H}\mathbf{h}, \quad (20)$$

где результирующая матрица коэффициентов $\mathbf{C}$ должна иметь структуру, близкую к блочно-диагональной матрице. Отношение норм диагональных и внедиагональных блоков матрицы $\mathbf{C}$ должно быть больше или равно числу обусловленности матрицы $\mu(\mathbf{C})$.

Когда физическая декомпозиция завершена, необходимо провести следом алгебраическую декомпозицию по алгоритму (6)-(15):

$$\mathbf{D}\mathbf{p} = \mathbf{v}, \quad \mathbf{D} = \mathbf{U}^T\mathbf{C}\mathbf{W}, \quad \mathbf{p} = \mathbf{W}^T\mathbf{q}, \quad \mathbf{v} = \mathbf{U}^T\mathbf{h}. \quad (21)$$

В результате отдельные группы (из двух-трех компонентов) нового вектора неизвестных $\mathbf{p}$ сохраняют близость к физическому смыслу предшествующих параметров $\mathbf{q}$ и лучше отделяются от группы мало информативных параметров задачи, числовые значения которых находятся на уровне «шума», определяемого границей τ в (17). Контролем успешной двойной декомпозиции может служить близость $\mathbf{W}$ к единичной матрице. Примером приложения двойной декомпозиции могут служить задачи, связанные с преобразованием координат из одной системы в другую, имеющих сдвиг начал и наклон осей [4], задачи определения орбитальных, геодезических и геодинимических параметров [5, 6] и другие.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сурнин Ю. В. и др. Алгебраическая и физическая декомпозиция математических моделей при решении плохо обусловленных задач обратных задач геодезии / Ю. В. Сурнин, Е. Г. Гиенко. Тезисы докл. Четвертый сиб. конгресс по прикладной и индустриальной математике (ИНПРИМ-2000). Новосибирск. – Изд. Инст. Математики. 2000. – С. 73-74.
2. Годунов С. К. и др. Гарантированная точность решения систем линейных уравнений в евклидовых пространствах / С. К. Годунов, А. Г. Антонов, О. П. Кирилук, В. И. Костин. – Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, - 1988. - 456 с.
3. Форсайт Дж. и др. Машинные методы математических вычислений / Дж. Форсайт, М. Малькольм, К. Моулер. – М.: Мир. – 1980. – 280 с.
4. Сурнин Ю. В. и др. Методика регулярного оценивания параметров взаимного трансформирования геодезических сетей, построенных спутниковым и традиционным методами / Ю. В. Сурнин, Е. Г. Гиенко. «IV Международный научный конгресс и выставка ГЕО-СИБИРЬ-2008». – Новосибирск: СГГА, - 2008. – С. 262-266.
5. Сурнин Ю. В. и др. Программный комплекс «Орбита-СГГА-2» для решения задач космической геодезии динамическим методом / Ю.В. Сурнин, В. А. Ащеулов, С. В. Кужелев, Е. В. Михайлович, Н. К. Шендрик. - Геодезия и картография, № 2. М.:– 2008. – С. 14-19:
6. Sournin Yu. Regular approach to the estimation of parameters of the mathematical model of the Earth's crust motion and displacements using satellite data / Труды международного семинара «Использование космической техники для изучения движений земной коры Азиатско-Тихоокеанского региона». APSG-Иркутск 2002. – Москва. ГЕОС. – 2002. – С. 206-212.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕХОДА ОТ ОБЩЕЗЕМНОЙ К ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ НА ТЕРРИТОРИЮ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Ягер Райнер

Университет прикладных наук Карлсруэ, факультет геоматики, D-76133 Карлсруэ, ул.Мольткештрассе, 30, д.т.н., профессор (спутниковая и математическая геодезия, методы уравнивания, геодезические измерения, разработка ПО), e-mail: reiner.jaeger@goca.info

Кельбер Симона

Дипломированный инженер по специальности «Геодезия», 75428 Иллинген, e-mail: simone.kaelber@web.de

Елена Константиновна Лагутина

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, к.т.н., ст.преподаватель кафедры «Инженерной геодезии и информационных систем», тел: (383) 343-29-55, e-mail: elena.k.frolova@gmail.com

Татьяна Игоревна Горохова

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, научный сотрудник кафедры «Инженерной геодезии и информационных систем», тел: (383) 361-01-59, e-mail: tatyana.gorokhova@gmail.com

В настоящей статье описаны методика и результаты вычисления локальных параметров трансформирования между общеземной пространственной системой координат ITRF2005 и единой государственной системой геодезических координат 1995 г. (СК-95) на территорию Новосибирской области. Для повышения точности перехода от одной системы координат к другой, площадь области была поделена на небольшие участки, для которых были вычислены локальные параметры преобразования. Для вычисления параметров преобразования использовался программный комплекс COPAG.

Ключевые слова: преобразование координат, геодезическая инфраструктура, преобразование Молоденского, патчинг, сеть референчных станций.

DETERMINATION OF TRANSFORMATION PARAMETERS BETWEEN INTERNATIONAL AND STATE COORDINATE SYSTEMS ON THE TERRITORY OF THE NOVOSIBIRSK REGION

Reiner Jäger

Karlsruhe University of Applied Sciences, D-76133 Karlsruhe, Moltkestrasse 30., Professor for Satellite and Mathematical Geodesy, Adjustment, Softwaredevelopment and Surveying. Faculty of Geomatics and Institute of Applied Research (IAF), e-mail: reiner.jaeger@goca.info

Simone Kälber

Dipl.-Ing. (FH) Geodesy, 75428 Illingen, Germany, e-mail: simone.kaelber@web.de

Lagutina Elena

Siberian State Academy of Geodesy (SSGA), 630108, Novosibirsk, Plahotnogo st., 10., senior teacher, department of "Engineering geodesy and information systems", tel: (383) 343-29-55, e-mail: elena.k.frolova@gmail.com

Tatyana Gorokhova

Siberian State Academy of Geodesy (SSGA), 630108, Novosibirsk, Plahotnogo st., 10., Scientific assistant, department of "Engineering geodesy and information systems", tel: (383) 361-01-59, e-mail: tatyana.gorokhova@gmail.com

In the present article are described the technique and computation results of local transformation parameters between International Terrestrial Reference Frame ITRF2005 and state system of geodetic coordinates 1995 (SK-95) on the territory for the Novosibirsk region. For increase of reference-transformation accuracy, the hold area was divided into small patches for every of them were calculated local transformation parameters. For computation the local transformation parameters was used the program COPAG.

Key word: reference-transformation, geodetic infrastructure, Molodensky transformation, patching, reference stations network.

Для устойчивого развития территорий, решения научных и практических задач хозяйственной деятельности регионов все чаще используется геоинформационное обеспечение, полученное с применением технологий глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). В частности, все более широкое распространение получают сети региональных референчных станций (наземные инфраструктуры ГНСС). При эксплуатации подобных сетей одной из основных задач является предоставление пользователям параметров трансформирования координат между общеземной пространственной системой координат (WGS-84 для GPS и ПЗ-90.02 для ГЛОНАСС) и референчными системами (СК-42 и СК-95).

Сложность решения этой задачи для сетей регионального масштаба связана с тем, что закрепленные нормативными документами параметры трансформирования вычислены на территорию всей страны и не учитывают локальные деформации референчных систем. Поэтому для корректной интеграции результатов современных работ с существующей государственной геодезической основой необходимо определить набор параметров перехода, наиболее полно соответствующих данному региону.

В Новосибирской области наземная инфраструктура ГНСС была создана по заказу администрации области в 2008/09 гг. [1]. Сейчас она функционирует в тестово-эксплуатационном режиме, предоставляя пользователям наблюдения референчных станций для пост-обработки и определений в реальном времени в системе ITRF2005. Применение установленных в [3] числовых значений для преобразования координат пунктов показывает, что локальные деформации сети ГГС увеличиваются по мере удаления от Новосибирского района и составляет в среднем 3 м (см. рис 1, б).

Одним из способов решения этой проблемы является определение локальных параметров перехода для данной конкретной области, где координаты соседних пунктов согласованы между собой. Среди методов

получения локальных параметров можно выделить «калибровку» и метод конечных элементов, реализованный в программном комплексе CoPaG.

CoPaG (COntinuously PAtched Georeferencing) – программное обеспечение для вычисления параметров преобразования между различными системами координат, разработанное в Университете прикладных наук г. Карлсруэ (HKA), Германия [2]. Особенность этого ПО состоит в том, что площадь района работ делится на небольшие участки (ячейки), для каждого из которых вычисляются индивидуальные параметры перехода. Разбивка территории на отдельные ячейки (т.н. «патчинг») (рис. 1, а) позволяет избежать больших невязок, появляющихся в результате накопления ошибок классической тригонометрической сети, так называемое «слабое звено» (рис.1, б).

Концепция преобразования координат в CoPaG базируется на строгом трехмерном пространственном преобразовании между геоцентрическими (x, y, z) и географическими (B, L, h) координатами. Связь между исходной 1 и конечной 2 системами координат приводят к линейному виду и проводят дифференциальное преобразование географических координат в исходной системе (B, L, h)₁, т.е. преобразование Молоденского [2]:

$$\left(\begin{bmatrix} B \\ L \\ h \end{bmatrix}_2 - \begin{bmatrix} \Delta B(a,b)_1, (a,b)_2 \\ \Delta L(a,b)_1, (a,b)_2 \\ \Delta h(a,b)_1, (a,b)_2 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} B \\ L \\ h \end{bmatrix}_1 \right)_i + \begin{bmatrix} v_B \\ v_L \\ v_h \end{bmatrix}_i = [Molodenski]_{(B,L,h)_1,i} \cdot \begin{bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_z \\ \Delta s \\ t_x \\ t_y \\ t_z \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$ – углы поворота осей, Δs – разность масштабов систем координат 1 и 2, t_x, t_y, t_z – сдвиги по трем осям. В развернутом виде матрица Молоденского $[Molodenski]_{(B,L,h)_1,i}$ записывается как [2]:

$$\begin{bmatrix} -\sin L \cdot \frac{a \cdot W + h}{M + h} & \cos L \cdot \frac{a \cdot W + h}{M + h} & 0 & \frac{-\sin B \cdot \cos B \cdot N \cdot e^2}{M + h} \\ \frac{\sin B \cdot \cos L \cdot (N(1 - e^2) + h)}{(N + h) \cdot \cos B} & \frac{\sin B \cdot \sin L \cdot (N(1 - e^2) + h)}{(N + h) \cdot \cos B} & -1 & 0 \\ -N \cdot e^2 \cdot \sin B \cdot \cos B \cdot \sin L & N \cdot e^2 \cdot \sin B \cdot \cos B \cdot \cos L & 0 & h + a \cdot W \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} -\sin B \cdot \cos L & -\sin B \cdot \sin L & \cos B \\ \frac{M + h}{\cos L} & \frac{M + h}{\sin L} & 0 \\ \frac{(N + h) \cdot \cos B}{\cos B \cdot \cos L} & \frac{(N + h) \cdot \cos B}{\cos B \cdot \sin L} & \sin B \end{bmatrix}. \quad (2)$$

На основании координат $(B, L, h)_1$ или $(x, y, z)_1$ вычисляются поправки $(\Delta B, \Delta L, \Delta h)$, обусловленные различиями эллипсоидов в исходной и конечной системе координат, по формулам [2]:

$$\Delta B_{(a_1, b_1), (a_2, b_2)} = B(a_2, b_2 | (X, Y, Z)_1) - B(a_1, b_1 | (X, Y, Z)_1)$$

$$\Delta L_{(a_1, b_1), (a_2, b_2)} = 0 \quad (3)$$

$$\Delta h_{(a_1, b_1), (a_2, b_2)} = h(a_2, b_2 | (X, Y, Z)_1) - h(a_1, b_1 | (X, Y, Z)_1)$$

При разработке программного обеспечения для практической реализации задач, решаемых на основе формул Молоденского (1)-(3), в программе CoPaG была реализована возможность построения замкнутой нерегулярной сети для соответствующих территорий страны (рис. 1, 2). Вместо одного единственного набора параметров d в CoPaG реализована система из n -уравнений параметров преобразования $(d_i, i = 1, \dots, n)$ – соответственно количеству ячеек n . При этом вводятся дополнительные стохастические условия непрерывности вдоль границ ячеек. Стохастичность условий непрерывности соответствует при этом рассеянию пунктов в ячейках сети. Непрерывность границ ячеек достигается за счет требования непрерывности для пунктов, лежащих на границах ячеек, или требования одинаковых невязок для пунктов, расположенных близко к границе. Соответствующие условия сформулированы и в отношении параметров соседних ячеек, участвующих в преобразовании.

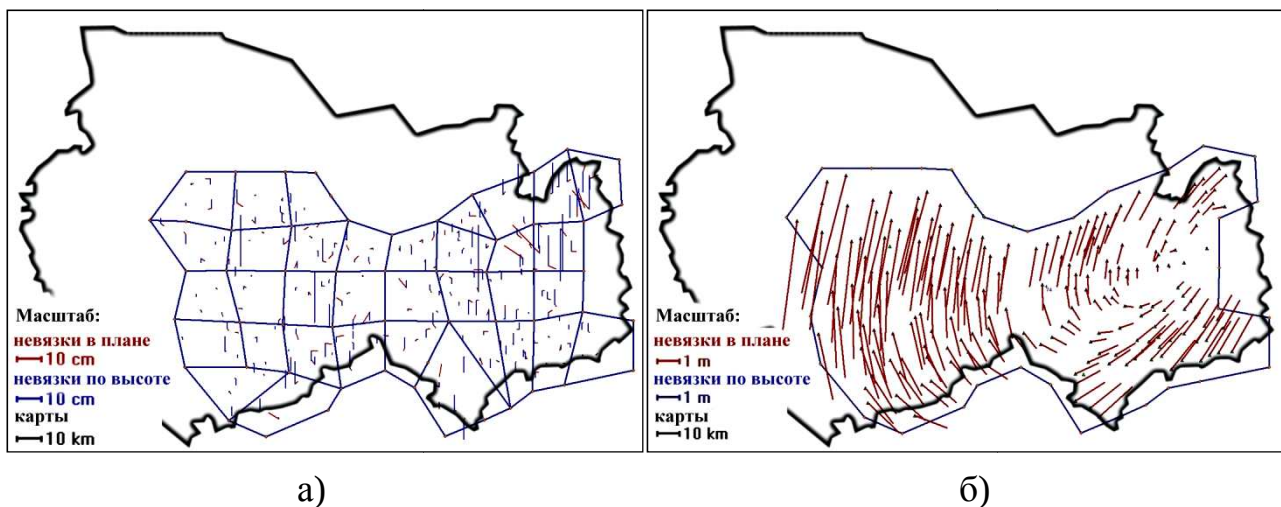


Рис. 1. Преобразование в CoPaG между плановыми координатами СК-95 и WGS-84:

а) по локальным параметрам, с разделением юго-восточной части НСО на 36 ячеек (невязки в среднем менее 3 см); б) по единому набору параметров для всей страны по ГОСТ [3] (невязки в среднем 3 м)

Разбивка территории на отдельные элементы с собственными параметрами преобразования $(d_i, i = 1, \dots, n)$ позволяет выявлять грубые ошибки исходных пунктов $(B, L, h)_1$ и $(B, L, h)_2$. При использовании одного набора параметров d и возникновении больших невязок, выявление грубых ошибок возможно лишь на основе ковариационной матрицы координат сети, которая не всегда доступна.

Кроме того, большие невязки подразумевают возрастающую ошибку интерполяции при преобразовании новых пунктов, чего не случается при патчинге и получении маленьких невязок (рис.1, а). Благодаря патчингу, при преобразовании классических плановых координат $(B, L)_{\text{класс}}$ в пространство ITRF, удастся искоренить слабые места классической геометрии сети (рис. 1, б).

Такой подход обеспечивает гомогенизацию и исправление деформированной классической государственной сети при переходе к ITRF (рис. 1, а). При обратном переходе, напротив, пространство ITRF, не имеющее геометрически слабых мест, деформируется в классическую систему координат.

Полученные параметры преобразования ($d_i, i = 1, \dots, n$) записываются вместе с невязками в так называемый банк параметров преобразования. Наряду с вышеупомянутыми положительными свойствами патчинга для поиска грубых ошибок и интерполяции невязок, необходимо отметить следующие преимущества и некоторые особенности трехмерного метода преобразования в CoPaG [2]:

1. В противоположность трехмерным методам преобразования в картезианских координатах, в CoPaG исходные данные могут быть как пунктами ГГС разных классов точности, так и нивелирными реперами. При вычислении параметров перехода может учитываться индивидуальная точность импортированных пунктов.

2. Концепция уравнивания CoPaG позволяет наряду со статистически обоснованным контролем качества вычисленных параметров, построить также поверхность (карту) точности перехода между ITRF и классической системой координат на всей территории (см. рис. 3).

3. Для точного преобразования плановых координат необходимы высоты соответствующей точности в исходной системе $(B, L, h)_1$. Поэтому в случае, когда имеются только плановые координаты пунктов, при вычислении банка параметров информация о высотах должна быть получена из открытых источников: поверхности относимости или высотные модели местности (EGM96, EGM2008, EIGEN05, и т.д.).

4. Путем соответствующего разделения четвертого столбца матрицы Молоденского в формуле (2) на два столбца – в противоположность другим концепциям – в CoPaG достигается принципиально необходимое разделение между масштабами плановых и высотных координат.

5. Универсальность строгого 3D-моделирования в CoPaG позволяет применять его для вычисления параметров перехода в любой стране мира (см. обзор на www.geozilla.de).

Как упоминалось выше, в CoPaG выполняется строгий трехмерный переход от одной СК к другой по полному параметрическому предложению с предварительным преобразованием [4]. Параметры предварительного преобразования tx, ty, tz вычислялись с помощью программы WTrans, разработанной в HSKA (http://geozilla.de/eng/software/software_wtrans.htm), в которой реализовано то же преобразование Молоденского (1)-(3), что и в CoPaG.

После этого в CoPaG были импортированы координаты пунктов ГГС в системах ITRF2005 и СК-95, и создана сеть из 36 ячеек, покрывающая большую часть территории НСО, с таким расчетом, чтобы в каждой из ячеек находилось не менее 4 пунктов ГГС (см. рис. 2). Затем было выполнено строгое преобразование с использованием ранее полученных t_x , t_y , t_z , в результате которого получено 36 наборов параметров $[\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z \Delta s t_x, t_y, t_z]$ (по числу ячеек).

Предварительный контроль правильности вычисленных параметров выполнялся по величине остаточных невязок в каждой ячейке. В табл. 1 приведены остаточные невязки V_x , V_y координат пунктов ГГС в СК-95, полученных из решения в ячейках №28 (наименьшая СКО во всей сети), №73 (средняя СКО по сети), №71 (наибольшая СКО во всей сети) при переходе от ITRF2005 к СК-95.

Таблица 1. Остаточные уклонения координат пунктов в СК-95

№ ячейки	Название пункта	V_x , м	V_y , м
28	Салаухино	-0.0065525585	-0.0032700151
	Баклуши	0.0041690471	0.0125050538
	Горькое_у_Ярового	0.0002516014	0.0015466824
	Садомное	0.0026063948	-0.0076675458
Ср.кв.ошибка: 0.00482 м			
73	За_Сопкой	0.0154231596	0.0430873001
	Александровский	0.0306294984	0.0040377275
№ ячейки	Название пункта	V_x , м	V_y , м
73	Поротниково	-0.0054883252	0.0666000073
	Линевский	-0.0114727608	0.0110064695
	Поселок	-0.0023782370	-0.0240382977
	Мышланка	-0.0265745738	-0.1007275383
Ср.кв.ошибка: 0.02846 м			
71	Сушиновский	0.0774225917	-0.1278278377
	Чахлово	-0.0108994634	0.2202278452
	Степаниха	-0.1078754570	-0.0373981187
	Варламов_Падун	0.0409059271	-0.0549333074
Ср.кв.ошибка: 0.08469 м			

Для оценки средней точности, с которой будет выполняться преобразование координат по полученным параметрам в пределах построенной сети ячеек, была вычислена плоскость точности, представленная на рис. 3. Как видно из рисунка, точность преобразования убывает по мере удаления от группы пунктов, по которым вычислялись локальные параметры.

По результатам вычислений, средняя точность преобразования координат из ITRF2005 в СК-95 на территории НСО составляет 1,9 см в плане и 30,6 см по высоте, а при обратном переходе: 2,2 см в плане и 31,5 см по высоте.

Потенциально точность преобразования плановых координат может быть повышена следующими способами: разбиением области на большее количество

ячеек; использованием для вычисления первоначального сдвига (t_x , t_y , t_z) пунктов ГГС с минимальными ошибками взаимного положения; ужесточением требований к величине остаточных невязок и СКО ячеек. Точность преобразования высот можно повысить использованием локальной модели геоида для территории НСО.

На последнем этапе вычисления из параметров перехода была сформирована база данных, которой можно воспользоваться с помощью утилиты CoPaG Access. Для проверки точности вычисленных параметров перехода в CoPaG Access было выполнено преобразование пунктов ГГС, не участвовавших в вычислениях параметров, координаты которых хорошо известны как в ITRF2005, так и в СК-95. Для наглядности были выбраны пункты, находящиеся в пределах упоминавшейся выше ячейки 73. Результаты прямого и обратного преобразования пунктов приведены в Табл. 2. Как видно из результатов, при переходе от ITRF2005 к СК-95 расхождения между ранее известными и вычисленными координатами находятся в пределах указанной выше СКО ячейки и составляют 1-2 см.

Таблица 2. Разница между контрольными и вычисленными координатами пунктов при прямом и обратном переходе

№ ячейки	Название пункта	ITRF2005 -> СК-95		СК-95 -> ITRF2005	
		Δx , м	Δy , м	ΔB , м	ΔL , м
73	Шигаево	-0,001	-0,024	-0,031	0,081
	Холодное	-0,019	0,023	0,015	- 0,016
	Лукошиково	-0,019	0,005	-0,022	0,011

Подводя итог можно сказать, что полученные локальные параметры позволяют осуществлять на территории НСО высокоточные преобразования координат между общеземной системой ITRF2005 и государственной СК-95.

В связи с подготовкой сертификации данной инфраструктуры как средства измерений и в исполнение постановления правительства РФ №139 от 3 марта 2007 г «Об утверждении Правил установления Местных систем координат» решается задача вычисления параметров преобразования к государственной системе СК-95 и региональной системе МСК-54.

В дальнейшем созданная геодезическая инфраструктура будет поддерживаться и совершенствоваться в части улучшения сервисов, обеспечивающих доступ пользователей к продуктам созданной сети РС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпик, А.П. Реализация проекта наземной инфраструктуры глобальной навигационной спутниковой системы "ГЛОНАСС" на территории Новосибирской области [Текст] / А.П. Карпик, Г.А. Сапожников, А.В. Дюбанов // Сб. матер. VI Междунар. конгр. "ГЕО-Сибирь-2010".- Новосибирск, 2010.
2. Reiner Jäger. Geodatische Infrastrukturen für GNSS-Dienste (GIPS). Schriftenreihe des Studiengangs Geodäsie und Geoinformatik, Band 2010, 3 „Vernetzt und ausgeglichen: Festschrift zur Verabschiedung von Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E.h. Günter Schmitt“, p.151-171.

3. ГОСТ Р 51794-2008. Глобальные навигационные спутниковые системы. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек. М.: Стандартинформ, – 2009.

4. Simone Kälber, Reiner Jäger. CoPaG – COntinuously PAthed Georeferencing. Benutzerhandbuch, 2008. [Электронный ресурс] – Нем. – Режим доступа: http://www.geozilla.de/eng/software/software_copag.htm.

© Я. Райнер, К. Симона, Е.К. Лагутина, Т.И. Горохова, 2012

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ ITRF ДЛЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Николай Кириллович Шендрик

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

Рассмотрена возможность применения системы координат ITRF для геодезического обеспечения территории Новосибирской области, имеющей сеть постоянно действующих базовых станций (ПДБС).

Ключевые слова: общеземная система координат ITRF, государственные и местные системы координат, постоянно действующие базовые станции (ПДБС).

ITRF APPLICATION FOR NOVOSIBIRSK REGION GEODETIC SUPPORT

Nikolai K. Shendrik

Head of the Laboratory of Satellite Geodesy, Department of Astronomy and Gravimetry, Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo St., 630108 Novosibirsk, phone: 383 3610159, e-mail: snk_aig@mail.ru

Possibility of using ITRF for geodetic support of Novosibirsk region permanent basic stations is considered.

Key words: ITRF (International Terrestrial Reference Frame), national and local coordinate systems, permanent basic stations.

Общеземная система координат ITRF является наиболее высокоточной реализацией среди ряда других мировых аналогов и положена в качестве основы для построения национальных систем координат в ряде стран [1]. На территории России так же может быть выполнена адаптация системы ITRF для обновления государственных систем координат (ГСК), а также для более качественного улучшения работы с существующими местными системами координат (МСК). Особенно эффективным может быть применение системы координат ITRF на тех территориях, где имеются сети ПДБС, принимающие сигналы со спутниковых радионавигационных систем (СРНС). В 2010 году на территории Новосибирской области была развернута геодезическая сеть из 19 пунктов ПДБС. Геодезическая привязка ПДБС к пунктам Международной геодинамической сети (МГС) в системе координат ITRF подтвердила возможность создания геодезической основы в регионе на самом современном уровне точности.

Значительная часть, имеющихся в настоящее время результатов геодезических работ, топографических, кадастровых и иных съемок исполнены и будут ещё в течение некоторого времени выполняться в местных системах координат, которые образованы от государственной системы координат 1942

года (СК-42). Так как СК-42 создавалась на основе классических построений (триангуляция, трилатерация, полигонометрия) и с использованием геодезических приборов и инструментов того периода, она перестала удовлетворять современным требованиям к точности геодезической основы. Введенная с 1 июля 2002 года СК-95 [2], позволила повысить точность государственной геодезической сети примерно в 2-2.5 раза по сравнению с СК-42, но и она оказалась не в состоянии решить проблему с необходимой степенью точности, так как для её создания в основном использованы те же исходные данные, что и для СК-42. В такой ситуации применение системы координат ITRF, адаптированной к местным условиям, может позволить в кратчайшие сроки и с минимальными затратами осуществить переход к современным спутниковым технологиям геодезического обеспечения территорий. Новосибирская область имеет для этого все предпосылки, в том числе, в связи с наличием сети пунктов ПДБС.

С целью проверки обозначенной концепции в СГГА была произведена опытная апробация возможности применения системы координат ITRF для целей геодезического обеспечения в г. Новосибирске, в Искитимском, Мошковском и Каргатском районах Новосибирской области. Данный подход достаточно универсален и в наиболее полной мере позволяет использовать возможности сети ПДБС как носителя высокоточной геодезической основы в любом месте территории, обслуживаемой ПДБС.

В качестве практического примера рассмотрим спутниковую геодезическую сеть, состоящую из одного определяемого пункта П07, расположенного в черте г. Новосибирска, базовой станции NSK1 (пункт ФАГС ПО «Инжгеодезия») и трех ПДБС: NSKW (Новосибирск), mhkv (Мошково) и KOLV (Колывань). GPS-измерения в определяемом пункте П07 были произведены двухчастотным приемником Legacy-E в течение 35 минут времени при 8-9 спутниках. Для пунктов ПДБС были взяты суточные сеансы измерений. Общая схема сети показана ниже на рис. 1.

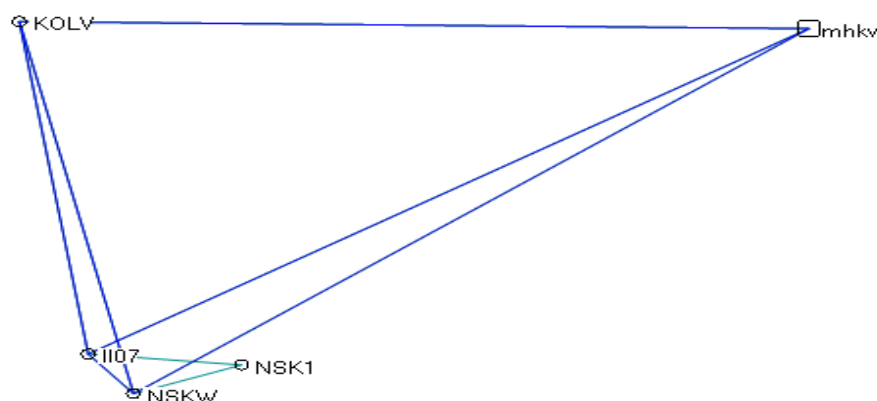


Рис. 1. Схема спутниковой геодезической сети

Обработка спутниковых измерений была выполнена в программе Trimble Business Center (TBC). Ниже в табл. 1 приведены результаты обработки базовых линий для данной сети, а полученные невязки в замкнутых фигурах - в табл. 2.

Таблица 1. Отчет об обработке базовых линий

Измерение	От	До	Тип решения	П. Точн.(Метр)	В. Точн.(Метр)	Элл. расстояние(Метр)
mhkv --- KOLV (B22)	mhkv	KOLV	Фиксированное	0,003	0,011	55885,031
mhkv --- NSKW (B24)	NSKW	mhkv	Фиксированное	0,004	0,011	59486,809
NSKW --- П07 (B25)	NSKW	П07	Фиксированное	0,013	0,014	5015,522
KOLV --- NSKW (B23)	NSKW	KOLV	Фиксированное	0,003	0,011	36738,454
KOLV --- П07 (B26)	KOLV	П07	Фиксированное	0,026	0,027	32373,294
mhkv --- П07 (B27)	mhkv	П07	Фиксированное	0,026	0,028	60019,194
NSKW --- NSK1 (B29)	NSKW	NSK1	Фиксированное	0,002	0,008	8186,556
NSK1 --- П07 (B28)	NSK1	П07	Фиксированное	0,021	0,022	10985,391

Таблица 2. Результаты замыкания полигонов

Сторон в полигоне: 3 - 4
Число контуров: 10
Число принятых: 10
Число ошибочных: 0

	Длина(Метр)	ΔВ плане(Метр)	ΔПо выс.(Метр)	PPM
Критерии пригодности		0,035	0,040	
Наилучшая		0,005	-0,002	0,023
Наихудший		0,033	0,035	0,403
Среднее по полигонам	124924,843	0,017	0,016	0,192
Стандартная ошибка	46312,592	0,015	0,009	0,097

Всего было выполнено три варианта уравнивания:

1. Вариант подсети, включающий три пункта, расположенные в г. Новосибирске - исходный пункт NSK1 (ФАГС) в местной районной системе координат МСКР-605, определяемый пункт П07 и пункт NSKW.

2. Вариант подсети, включающий определяемый пункт П07 и все три исходных пункта ПДБС в системе координат ITRF;

3. Вариант подсети, аналогичный второму. В качестве исходного был принят пункт МНКV в системе координат МСКР-605. Пункт NSKW в системе МСКР-605 являлся контрольным.

Вариант № 1 можно считать типичным для определения координат в пределах города. Вычисленные координаты по этому варианту были приняты «эталонными», с которыми затем сравнивались координаты из двух других вариантов обработки. Результаты из варианта № 2, были преобразованы из системы координат ITRF по методу Гельмерта на референц-эллипсоид Красовского, затем в плоские прямоугольные координаты Гаусса-Крюгера соответствующей зоны и далее по ключу преобразования к системе координат МСКР-605. Обработка варианта № 3 выполнена в обычном порядке. Координаты исходного пункта МНКV были получены спутниковым методом из геодезической привязки к ближайшим пунктам ГГС в Мошковском районе. Результаты сравнения координат и высот для определяемого и контрольного пунктов для вариантов № 2 и № 3 с «эталонными» значениями в виде разностей помещены ниже в табл. 3.

Таблица 3. Сравнение координат и высот определяемого и контрольного пунктов с результатами варианта № 1

Название пункта	Разности координат и высот (м)		
	Δx	Δy	ΔH
П07 NSKW	-0.008	<u>Вариант 2</u> -0.023	+0.002
	+0.004	-0.014	-0.011
П07 NSKW	+0.282	<u>Вариант 3</u> -0.500	-0.248
	+0.286	-0.500	-0.251

Как можно видеть для вариантов № 2 и № 3 результаты существенно различаются. Можно, конечно, и для варианта № 3 подобрать ключ преобразования от практической реализации МСКР-605 в Мошковском районе к её аналогу в Новосибирском районе и получить тоже приемлемые результаты. Но между вариантами 2 и 3 есть принципиальное различие. Для систем координат типа СК-42 и СК-95 или образованных на их основе потребуется, в принципе, подбирать столько ключей, сколько будет возможным использовать исходных пунктов в этих системах координат. А в случае использования ПДБС, как это видно из таблицы 3, для них, даже расположенных в соседних районах, неоднородность точности во взаимных положениях в одной и той же системе координат могут достигать порядка 0.5 метра. В этом кроется основная

проблема нестыковок материалов топографических и кадастровых съемок. Особенно остро эта проблема стала проявляться с использованием спутниковых и компьютерных технологий обработки геодезических измерений. Выход из создавшегося положения может быть найден только на пути использования современной высокоточной координатной основы для последующего образования всех производных от неё систем координат, включая ГСК и МСК. Такая координатная основа имеется и может эффективно использоваться – это система координат ITRF.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. К.М. Антонович Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии [Текст] // Т. 1. – Москва: ФГУП «Картгеоцентр», 2005. – С. 47-52.
2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ о государственной геодезической сети Российской Федерации. ГКИНП (ГНТА)-01-006-03 [Текст] // - Москва, 2004. – С. 16-19.

© Н.К. Шендрик, 2012

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО СРЕДСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВЫПРАВКОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

Иван Александрович Бунцев

Сибирский государственный университет путей сообщения, 630049, Новосибирск, Д.Ковальчук - 191, ведущий научный сотрудник, лаборатория диагностики дорожных одежд и земляного полотна, тел. (913)397-48-42 ,e-mail: geodep@ngs.ru

Выполнение проектирования и подготовка проекта в геодезической системе координат позволяет повысить качество проектов и автоматизировать процесс проектирования. Выставка пути в проектное положение с использованием координат значительно эффективнее по сравнению с использованием относительных методов. Актуальна задача применения ГНСС для постановки пути в проектное положение, так как это наиболее трудоемкий процесс и до настоящего времени не автоматизирован.

Ключевые слова: выправка железнодорожного пути, программно-аппаратное средство, геодезическая система координат.

DEVELOPMENT OF AUTOMATED DEVICE OF STRAIGHTENING OF RAILWAY TRACKS

Ivan A. Buntsev

Siberian State University of Railway Transport, 191 Kovalchuk, Novosibirsk 630049, senior researcher, laboratory diagnosis of pavement and subgrade, tel. (913)397-48-42, e-mail: geodep@ngs.ru

Perform design and drafting in geodetic coordinate system to enhance the quality of projects and automate the design process. Setting the way to the design position with the coordinates is much more efficient than using the relative method.

Key word: railway, automated systems, geodetic coordinate system.

Постановка пути в проектное положение выполняется с использованием проектных данных в относительных величинах, используются, как правило, расстояние между осями проектного и соседнего пути и величиной 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. Повышается точность выставки в проектное положение, упрощается организация подготовки разбивочных работ.

Процесс выправки пути имеет недостатки, связанные с ограниченными возможностями выправочной машины ВПР, электробалластера (ЭЛБ), машины

«Доуматик» и т.д., поэтому на следующих этапах выправки пути необходимы большие энерго- и временные затраты. Отсутствие операционного контроля после каждого цикла выправки требует предварительных измерений, что увеличивает затраты. Ограниченное время на выполнение работ приводит к снижению качества ремонта в целом.

Внедрение спутниковых технологий дает широкие возможности для решения инженерных задач с высокой точностью и производительностью. Для этого необходима установка на ЭЛБ спутникового оборудования с программно-аппаратным комплексом и последующей автоматизацией управления рабочими органами ЭЛБ. Работа всех машин задействованных в технологии основана на едином принципе сравнения текущих координат заданных параметров верхнего строения пути, с проектными данными и дальнейшим приведении существующих показателей к проектным.

В качестве измерительного устройства технологическая схема выправки пути предусматривает использование автоматизированного путеизмерительного комплекса (АПК) "Профиль". АПК осуществляет определение фактического положения оси пути и его геометрических параметров с высокой точностью, работая в режиме реального времени. Обработка результатов измерений позволяет проводить диагностику состояния пути. Повторное проведение измерений геометрических параметров пути после работы выправочных машин позволяет осуществлять контроль качества проведенных работ.

Результаты измерения геометрических параметров пути в электронном виде передаются в интерфейс выправочных машин, где происходит сравнение фактического положения оси пути и 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 выправочной машины.

Данный подход ориентирован в первую очередь на использование проектных материалов, подготовленных в геодезических координатах. В случае использования проектных данных в относительных величинах, как правило, в виде расстояния между осями проектного и соседнего пути и величиной превышения от заданной точки, производится предварительное преобразование проекта в геодезические координаты. Выправка пути выполняется с использованием разбивочной схемы или других аналогичных документов.

Формирование проектного пути осуществляется в несколько этапов:

- Преобразование измеренных координат из геодезических спутниковой системы координат в координатную основу Российской Федерации;
- Перевод измеренных координат пути с учетом проектных данных в проектное положение;
- Формирование пикетажных значений для полученного пути.

Преобразование проектных данных из местной системы координат в систему координат цифровой модели пути производится с применением общих калибровочных точек равномерно расположенных на рассматриваемом участке.

Пунктами калибровки могут быть репера, имеющие координаты в местной системе координат и расположенные вдоль пути. На каждом из выбранных реперов производятся высокоточные спутниковые геодезические определения координат.

Для построения высокоточной цифровой модели пути предназначена программа АРК, рис. 1.

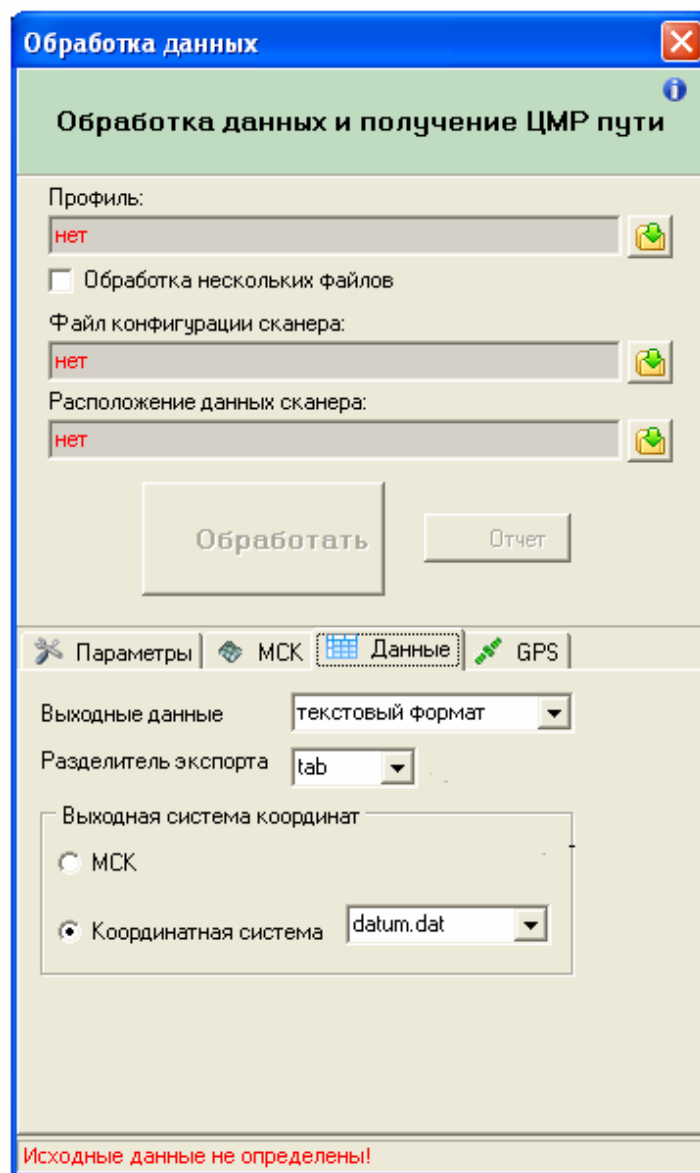


Рис. 1. Главное окно программы АРК

Полученные значения разности между проектным и фактическим положением пути передаются в управляющий компьютер, расположенный на выправочной машине, также оборудованной спутниковым навигационным оборудованием. Управляющий компьютер выправочной машины на основании информации о местоположении и о разнице между проектным и фактическим положением пути вырабатывает управляющие сигналы для выправки пути в плане и профиле.

Основная работа по выправки пути в реальном времени осуществляется с помощью программно-аппаратного комплекса «Выправка пути». Перед началом работ выправочная машина выводится в начальную точку с известными параметрами выправки для производства калибровки системы. Программа «Выправка пути» предназначена для наблюдения и коррекции процесса выправки. После развертывания на компьютере посредством специального модуля (контроллера) и стандартных интерфейсов RS-232с и RS-422 программа взаимодействует с системой линейного перемещения (СЛП) согласно схеме, изображенной на рис. 2.

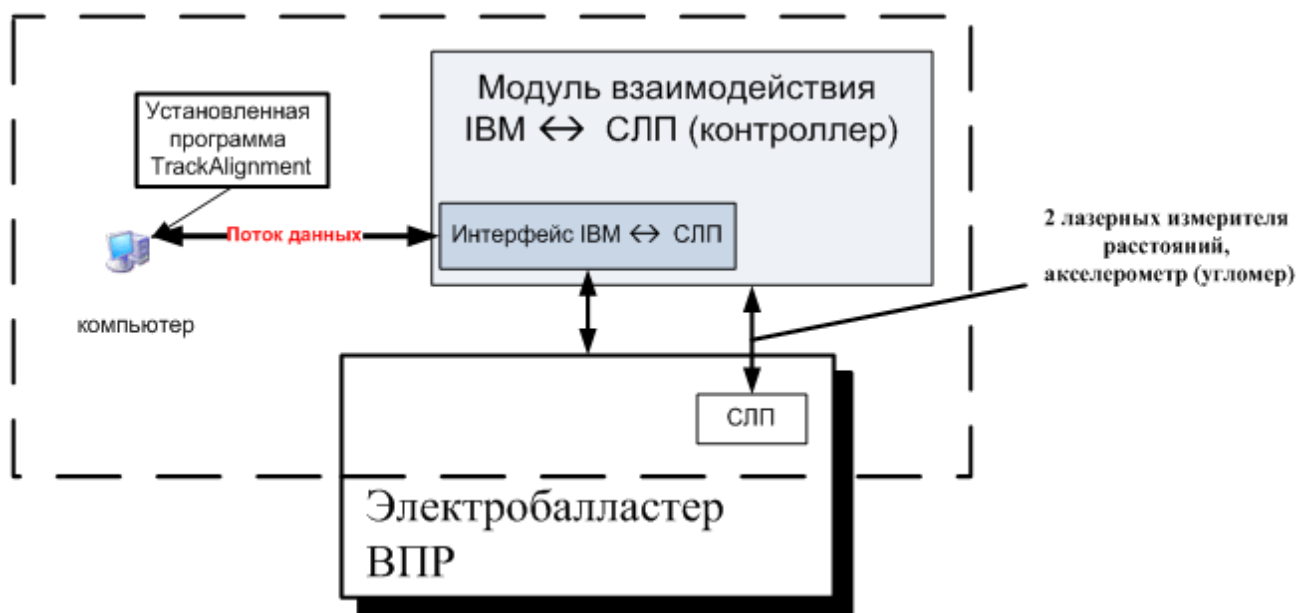


Рис. 2. Схема взаимодействия компьютера и СЛП

Измерительная система программно-аппаратного комплекса выправки пути состоит из спутникового приемника позиционирования, системы линейных перемещений, состоящую из лазерных измерителей расстояний, системы ориентации лазерных датчиков, акселерометра, контроллера и компьютера. Структурная схема системы управления выправкой представлена на рис. 3.

Основным достоинством подхода выставки пути в проектное положение с использованием координат, полученных с использованием спутниковой геодезической аппаратуры, является однозначное определение местоположения любой точки пути при многократных проходах выправочно-рихтовочных машин и соответствующего ему отклонения от проектного положения. Это позволяет использовать для получения исходных данных АПК «Профиль», а машины типа ВПР, электробалластер оснастить спутниковым приемником позиционирования. Такой подход позволяет использовать только опорную сеть специальной реперной сети, пункты государственной геодезической сети или работать в условной системе координат, предварительно закрепив на местности временные репера. Эффективность данного подхода к выправке пути

заключается в исключении разбивочных работ и сведению к минимуму затрат на геодезические работы.

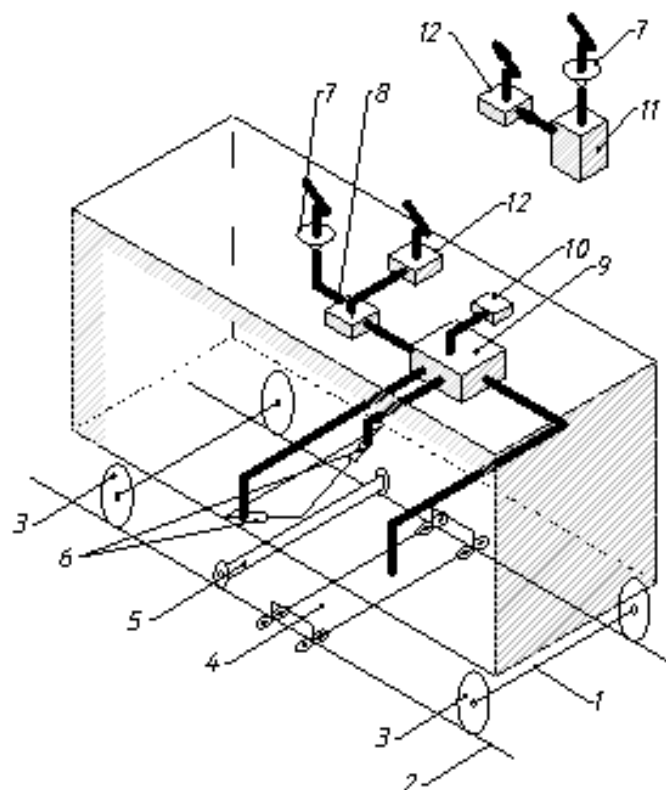


Рис. 3. Структурная схема системы управления выправкой пути

1– рама (ось путевой тележки); 2 – рельс; 3 – ходовые тележки; 4 – подъемно – рихтовочное устройство; 5 – измерительная тележка; 6 – лазерные дальномеры; 7 – спутниковая система; 8 – спутниковая система позиционирования; 9 – компьютер; 10 – датчик угла; 11 – базовая станция спутниковой системы; 12 – радио модем

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Положение о проведении реконструкции (модернизации) железнодорожного пути, разработано рабочей группой, утвержденной распоряжением вице-президента ОАО «РЖД» от 27 марта 2008 года № 600р.
2. ГОСТ Р 51794-2008. Глобальные навигационные спутниковые системы. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек.

© И.А. Бунцев, 2012

ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ПОСТАНОВКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ В ПРОЕКТНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛОНАСС/GPS

Виталий Михайлович Жидов

Сибирский государственный университет путей сообщения, 630049, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, 191, доцент кафедры «Инженерная геодезия», E - mail: zhidov@mail.ru

Процесс реконструкции и выправки железнодорожного пути, в настоящее время, осуществляется на основе данных в виде смещений одного пути относительно другого. Для этих целей специализированные организации выполняют проект в виде эпюры рихтовок и продольного профиля пути. Переход на координатные методы требует изменения в конструкции специализированных выправочных машин и, как следствие, других форм представления проектных данных.

Ключевые слова: реконструкция железнодорожного пути, капитальный ремонт пути, система управления выправкой пути.

PREPARATION OF THE INITIAL DATA FOR STATEMENT OF THE RAILWAY WAY TO DESIGN POSITION WITH USE GLONASS/GPS

Vitaliy M. Zhidov

The Siberian transport university, 630049, Novosibirsk, street Dusi Kovalchuk, 191, the senior lecturer of department «Engineering geodesy», E - mail: zhidov@mail.ru

Process of reconstruction and bearing of a railway is carried out, now, on the basis of the data in the form of displacement of one way concerning another. For these purposes the specialized organizations carry out the project in the form of displacement of an axis and a longitudinal profile of a way. Transition to coordinate methods demands change in a design specialized cars and, as consequence, other forms of representation of the design data.

Key words: reconstruction of a railway, railway major repairs, a control system of bearing of a railway.

Железные дороги являются сложным линейным инженерно-техническим сооружением, состоящим из множества элементов, геометрическое положение которых влияет на безопасность и долговечность эксплуатации. В период эксплуатации любых инженерных сооружений наступает момент, когда необходимо выполнять модернизацию, реконструкцию или ремонт. Целью любого изменения является выполнение необходимых работ для приведения всех параметров объекта к проектным значениям.

В научно-инженерном дорожном центре Сибирского государственного университета путей сообщений разрабатываются автоматизированные системы управления дорожно-строительной техникой, используемой при реконструкции верхнего слоя балластной призмы железнодорожного пути и укладкой рельсошпальной решетки в проектное положение с использованием глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). Опытные испытания

автоматизированных систем управления выправкой пути (СУВП), проводились на Западно-Сибирской и Московской железных дорогах. Результаты этих испытаний показали высокую эффективность и качество выполняемых работ.

Принцип работы СУВП основывается на определении текущего местоположения выправочной машины и сравнения полученных данных с проектными значениями. Сдвиги, необходимые для постановки пути в проектное положение, преобразуются в команды выправочной машины.

В настоящее время организации, выполняющие проектные решения для производства работ по реконструкции и ремонту железнодорожного пути выполняют работу в два этапа: полевой и камеральный. Проект готовится в виде утрированного продольного профиля железнодорожного пути, где отметки пути определяются через 100 м. Положение рельсовых нитей в плане выполняют в виде «эпюры рихтовок» (рис. 1), в которой указываются сдвиги реконструируемого пути относительно соседнего пути и опор контактной сети. Вся документация предоставляется организациям, осуществляющим выправку пути только в бумажном виде.

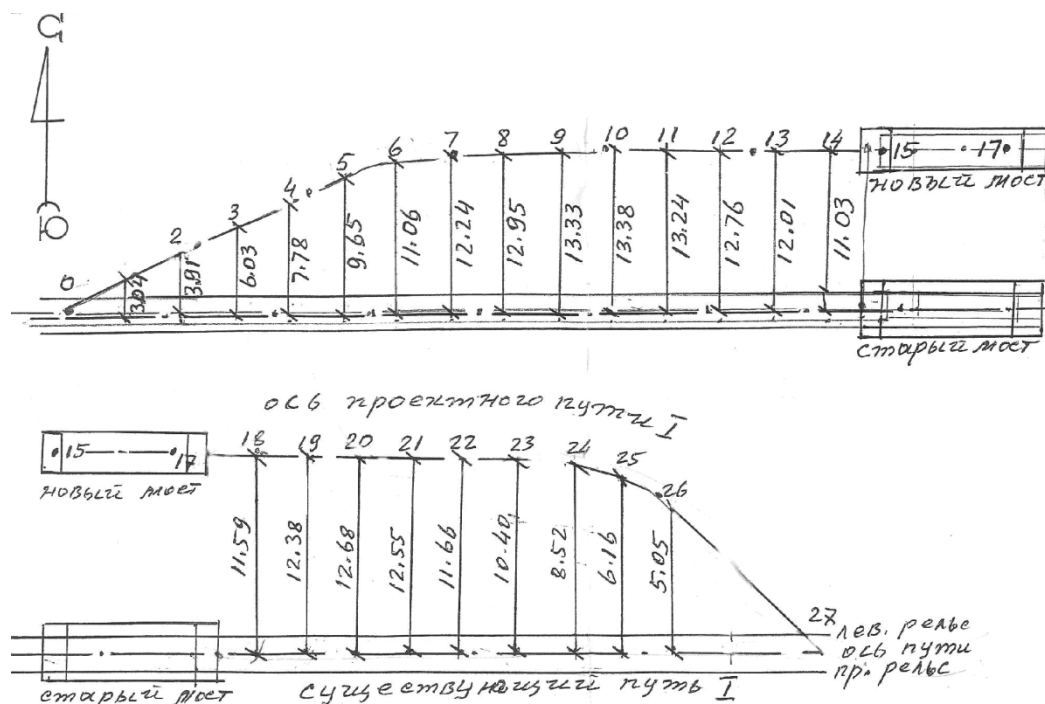


Рис. 1. Пример разбивочной схемы (эпюра рихтовок)

Выправочные машины, применяемые на железных дорогах России, используя такие данные, исправляют путь методами сглаживания. Такое решение по выправки пути не вызывает больших сложностей, но имеет серьезные недостатки. Главный недостаток заключается в том, что время между полевыми и камеральными работами может достигать двух лет, также существует временной разрыв между выдачей проектных данных и проведением ремонтных работ. В этот период железнодорожный путь находится в постоянной эксплуатации, а значит, подвержен изменениям.

Нормативные документы, регламентирующие процесс выполнения ремонта и контроля выполненных работ, предписывают проверку относительных величин. Например, контроль продольного профиля железнодорожного пути осуществляется только по продольным уклонам. При этом сам путь может оказаться выше или ниже проектного решения. Контроль положения пути в плане сводится в проверке габаритов с соседними элементами железнодорожной инфраструктуры.

Переход на координатные методы постановки пути в проектное положение имеет ряд существенных преимуществ, например, точное соответствие проектному решению и независимость проектного решения от времени. Такой подход требует изменений в подготовке проектных решений, модернизации систем управления строительной техникой и пересмотру нормативной базы по проектированию и выполнению выправочных работ.

В Европейских странах, Северной Америке и Китае постановка пути в проектное положение осуществляется с использованием координатных методов. Однако применение их методик и технических решений на территории России не является целесообразным, по причине огромных финансовых затрат.

Использование геодезических координат при создании проекта позволяет исключить длинные неровности в плане и по высоте. Постановка пути в проектное положение с использованием координат значительно эффективнее по сравнению с использованием относительных методов. Повышается точность постановки в проектное положение, упрощается организация подготовки разбивочных работ.

Изыскательские работы при использовании координатных методов проектирования выполняются с использованием тахеометров, спутниковых приемников позиционирования и специализированных средств типа АПК «Профиль», разработанного в Сибирском государственном университете путей сообщений (СГУПС). Данные полученные по результатам работы АПК «Профиль» представляют собой следующий набор данных: пикетное положение, координата X, координата Y, координата H, время, ширина колеи, возвышение рельса.

Приведенная структура данных, позволяет выполнять построение продольного профиля, определять параметры кривых и геометрические характеристики рельсовых нитей. Главным достоинством данной структуры является однозначное определение местоположения любой точки пути при многократных проходах выправочно-рихтовочных машин, вагонов-путеизмерителей и другой техники. Такой подход позволяет использовать опорные пункты специальной реперной сети, пункты государственной геодезической сети или работать в условной системе координат, предварительно закрепив на местности временные репера. Эффективность данного подхода к выправке пути заключается в исключении разбивочных работ и сведению к минимуму затрат на геодезические работы.

Для создания координатной основы выправки железнодорожных путей и постановки их в проектное положение необходимо создание высокоточных цифровых моделей пути (ВЦМП). Дискретность координирования пути должна

обеспечивать допуски, предусмотренные нормативными требованиями. В настоящее время, положение оси пути описывается в пространственной системе координат через каждые 0.5 м. Проектные институты ВЦМП в настоящее время не создают, имеется ряд научно-исследовательских работ и некоторый опыт, полученный СГУПС, Росжелдорпроектом, НИИАС.

В настоящее время для формирования цифровой модели пути, подлежащего ремонту, выполняется натурная съемка соседнего пути непосредственно перед выправкой пути. ВЦМП создается на базе существующих проектных данных – «эпюры рихтовок» и утрированного продольного профиля оси пути. Эту методику необходимо считать временной до разработки регламентов, методик работ и других нормативных требований по созданию ВЦМП. В данном варианте сохраняются проектные решения, и в тоже время проект предоставляется в координатном виде. Для этих целей целесообразно использовать АПК «Профиль», так как производительность составляет 4 км/час, при этом в результате выполнения натурных съемок получаем полную цифровую модель пути.

Исходные данные пикетажных значений и расстояний между осями соседнего и выправляемого пути, позволяют, не нарушая сложившейся практики в проектировании и предоставлении отчетной документации строителям, выставлять путь в проектное положение с более высоким качеством. Кроме того, это позволяет использовать существующие выправочные машины. Данную методику необходимо рассматривать как переходную от относительных методов выправки пути к координатным методам. После каждого этапа выправки необходимо с использованием инструментальных средств контролировать фактическое положение пути в плане и профиле, параметры кривых. Применение АПК «Профиль», в данном случае, оправдано, так как производительность в 10-15 раз выше по отношению к натурной съемке с использованием тахеометров, а себестоимость работ низка. При этом объем получаемой информации полностью обеспечивает требования геодезистов и путейцев. Получаемые данные имеют две системы координат. пространственные (X, Y, H) и линейные (Км + Пк + м).

Расширение сферы применения на железных дорогах России ГНСС и особенно комплексных систем, включающих спутниковые приемники позиционирования и инерциальные системы, способствует снижению затрат при строительстве и эксплуатации железных дорог.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РЕКОНСТРУКЦИИ И РЕМОНТОВ ПУТИ АБСОЛЮТНЫМИ МЕТОДАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ (ГНСС) ГЛОНАСС/GPS

Александр Сергеевич Пикалов

Сибирский государственный университет путей сообщения, 630049, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, 191, аспирант на кафедре «Путь и путевое хозяйство», тел. +7-913-945-03-80, e-mail: Pikalov_alex@mail.ru

В статье рассмотрена существующая методика постановки железнодорожного пути в проектное положение при производстве реконструкции и ремонтов, а также предложена схема реализации на основе координатных методов.

Ключевые слова: реконструкция железнодорожного пути, капитальный ремонт пути, система координат, пространственные данные, система управления вырезкой балласта, система управления выправкой пути, ГИС-технологии.

PRODUCTION TECHNOLOGY FOR RECONSTRUCTION AND REPAIRS THE RAILWAY BY ABSOLUTE METHODS USING GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEMS(GNSS) GLONASS/GPS

Alexandr S. Pikalov

Federal government budgetary institution of higher education "Siberian Transport University", 630049, city Novosibirsk, Dusi Kovalchuk street, 191, Postgraduate Student of department «Truck and truck facilities», Tel. +7-913-945-03-80, e-mail: Pikalov_alex@mail.ru

The article describes the current method of statement railway way to the design position in the production of the reconstruction and repairs, as well as the implementation of a scheme based on the coordinate methods.

Key words: reconstruction of a railway, railway major repairs, coordinate system, navigation data, ballast cutting-out control system, track alignment control system, technologies based on geoinformation system.

Реконструкция (модернизация) и капитальный ремонт железнодорожного пути направлены на повышение прочности, несущей способности, стабильности, долговечности и других показателей надежности как железнодорожного пути в целом, так и его составных частей и элементов, обеспечивающих продление продолжительности жизненного цикла, сокращение трудоемкости и стоимости технического обслуживания пути и получение экономического эффекта при его эксплуатации.

Безусловно, одним из ключевых моментов выполнения реконструкции (модернизации) и ремонтов железнодорожного пути является реализация проектных решений, в том числе постановка пути в проектное положение.

В настоящее время постановка пути в проектное положение выполняется с использованием проектных данных в относительных величинах, как правило,

это расстояние между осями проектируемого и соседнего пути, превышение относительно исходной точки.

Методика постановки пути в проектное положение заключается в расчете сдвижек и подъемов относительно соседнего пути и с использованием специальной рейки с делениями для определения фактического положения и сдвижки пути на расчетную величину. Данная методика проста в реализации и организации работ и поэтому является наиболее распространенной в настоящее время в ОАО «РЖД». Недостатки данной методики и технологии постановки пути в проектное положение давно известны и являются проблемой, напрямую связанной с использованием относительных методов выправки пути.

Постановка пути в проектное положение одна из наиболее актуальных тем для ОАО «РЖД», особенно с учетом новых возможностей и технологий ГЛОНАСС и требований к повышению качества ремонтов, включая более жесткий контроль качества работ. Особенно актуально это становится в свете реализации стратегии развития ОАО «РЖД» до 2030г. [1], в соответствии с которой планируется выделение Центральной дирекции по ремонту пути в 2013г. в дочернее зависимое общество, что на примере автомобильных дорог может привести к приемке работ сторонними аккредитованными организациями. При этом повышение качества должно обеспечиваться на всех этапах реконструкции (модернизации) и ремонтах пути, при подготовке земляного полотна и так далее. Повышение качества может быть обеспечено за счет внедрения координатных методов, позволяющих в абсолютных величинах определять пространственное положение любой точки и выполнять расчет разности проектного и фактического положения. До последнего времени на это не обращалось внимания. Главное, – обеспечить плавность хода и нормативные требования к геометрическим параметрам. Автоматизированных систем управления выправкой пути, позволяющих определять отклонения от проектных значений, в РФ нет, за исключением разработанной СУВП СГУПС. В Европейских странах постановка пути в проектное положение с использованием координатных методов выполняется несколькими принципиально различными методами. Наиболее высокоточным методом является метод, в основе которого лежит копир-струна, которая геодезическими методами по координатам закрепляется примерно в 1м от проектного положения пути и в дальнейшем при постановке пути в проектное положение используется для автоматизированного определения сдвижек и подъемов с миллиметровой точностью [2]. Метод дорогостоящий и уступающий другим методам по производительности. Вторым методом базируется на использовании лазерных построителей плоскости – метод высокоточный, требующий высокой квалификации специалистов. Метод реализован в системе управления выправкой пути АЛЦ, широко применяющейся в Европейских странах, Китае и Северной Америке.

На сегодняшний день ведется реализация инвестиционного проекта «Технология производства реконструкции и ремонтов пути абсолютными методами с применением глобальных спутниковых навигационных систем (ГНСС) ГЛОНАСС/GPS» [3,4].

В рамках данной работы специалистами СГУПС разрабатываются системы автоматизации для щебнеочистительных машин, электробалластера и Doumat.

Внедрение спутниковых технологий, в том числе запуск национальной системы ГЛОНАСС, дает широкие возможности для решения инженерных задач с высокой точностью и производительностью. Важно отметить, что ошибочно будет рассматривать лишь только один из этапов работ (к примеру, выправку пути) для достижения проектных параметров пути после ремонта. Необходимо рассматривать процесс производства работ по реконструкции и ремонтам пути в комплексе. Так без достижения проектных отметок по вырезке, в связи с необходимостью обеспечить нормативную толщину щебеночного балласта под шпалой не возможно будет достигнуть проектных отметок при выправке пути.

Особенностью данной технологии является принцип сохранения существующей цепочки технологических операций без изменения их последовательности. Реализация происходит путем внедрения на определенных этапах техники и технологий, позволяющих точно контролировать исполнение проектных решений и автоматизировать производственный процесс.

Технология затрагивает всю технологическую цепочку, от стадии проектирования, до стадии сдачи пути в эксплуатацию, с использованием оборудования на основе ГНСС. Работа всех машин, задействованных в технологии, основана на едином принципе сравнения текущих координат заданных параметров с проектными и дальнейшим приведении существующих показателей к проектным.

Рассмотрим этапы внедрения спутникового оборудования в технологию реконструкции, модернизации и ремонтов железнодорожного пути (рис. 1).

1-й этап – Проектирование и создание цифровой модели пути (ЦМП).

На сегодняшний день исполнитель работ по реконструкции и ремонтам пути (ПМС) получает проект на бумажном носителе. Основными документами для реализации проектных решений являются: утрированный продольный профиль, «эпюра рихтовок» в относительных величинах (расстояния от опор контактной сети (КС) и междупутье, вырезка относительно существующего положения пути и т.д.), в координатах проект не выдается.

Планируется выполнение съёмки инфраструктуры силами ОАО «Росжелдорпроект» координатным методом, выдача проектных решений на ремонтируемый путь, существующий соседний путь, боковая грань опор КС, контактный провод КС, полосу отвода в координатах WGS-84. Детализация на прямых и кривых через 0.5м. Так же требуются координаты всех обустройств (изостыки, мосты, мачты светофоров и т.д.) и создание ЦМП.

Результат 1-го этапа – цифровая модель пути.

2-й этап – Съёмка пути и ведомственная экспертиза.

Ведомственная экспертиза производится путем прохода по участку пути до ремонта с использованием АПК «Профиль». Программный комплекс для обработки цифровой модели пути ремонтируемого участка в абсолютных координатах с габаритами до опор, платформ, мостов, междупутья и т.д. позволит проверить ЦМП на соответствие действительности. При

необходимости выдаются замечания к проекту, и передаются проектировщику для доработки ЦМП.

Результат 2-го этапа – цифровая модель пути (с учетом корректировок), окончательное проектное решение.

3-й этап – Переход к координатному методу контроля вырезки (очистки) загрязненного балласта.



Рис. 1. Этапы внедрения в технологию реконструкции (модернизации) и капитального ремонта пути

На сегодняшний день вырезка (очистка) загрязненного балласта машинами тяжелого типа (РМ, СЧ, ЩОМ-1200) контролируется вручную относительноным методом от соседнего пути и реперов на опорах контактной сети, поперечный уклон контролируется шаблоном ЦУП, возникают сложности при высоких темпах работ и в ночное время (рис. 2). Использование штатной системы контроля вырезки машин РМ, основанной на измерении превышения передней тележки, находящийся на пути с не вырезанным (очищенным) балластом, над задней тележкой, находящейся на пути с вырезанным (очищенным) балластом, не имеет эффекта, так как перед работой данных машин, как правило, осуществляется проход машины ВПО с подъемкой пути для отрясывания шпальных ящиков от слежавшегося балласта. Кроме того, штатная система не позволяет учесть факторы воздействия на путь в промежуток времени от проектирования до начала производства работ.

Для загрузки ЦМП и контроля за вырезкой (очисткой) загрязненного балласта (СУВП-ЗП) необходима установка на машину тяжелого типа

спутникового оборудования с комплексом АК СУВП-ЗП. После загрузки ЦМП на данном этапе будет производиться вырезка загрязненного балласта машиной РМ.



Рис. 2. Вырезка загрязненного балласта щебнеочистительной машиной

Результат 3-го этапа – возможность вырезки (очистки) загрязненного балласта до проектных отметок, с созданием нормативного поперечного уклона по всей ширине основной площадки земляного полотна.

4-й этап – Переход на координатный метод постановки пути.

Так же как и на предыдущих этапах на сегодняшний день проектное положение контролируется вручную относительным методом от соседнего пути и реперов на опорах контактной сети, что вызывает сложности при высоких темпах работ и в ночное время (рис. 3).



Рис. 3. постановка пути в проектное положение электробалластером (ЭЛБ)

На данном этапе необходима установка на ЭЛБ спутникового оборудования с программно-аппаратным комплексом и последующей автоматизацией

управления рабочими органами ЭЛБ. После укладки рельсо-шпаловой решетки (РШР) (либо после очистки при усиленном среднем и среднем ремонте пути) на этапе баллаستировки, при помощи ЭЛБ постанковка пути в проектное положение производится путем послойной подьемки и рихтовки.

Результат 4-го этапа – железнодорожный путь, выставленный в проектное положение с оставлением подьемки для машины Doumat (ВПР-02).

5 этап – Окончательная выправка пути машинами ВПР-02, Doumat.

На сегодняшний день выполняется по расчету программы «Навигатор», часто (по практическим промерам на участках ремонта пути и результатам статистических исследований) со сдвижкой от проектного положения поставленного ЭЛБ. Необходима выправка пути машинами Doumat (рисунок 4) оснащенных оборудованием с использованием глобальных спутниковых навигационных систем (ГНСС) ГЛОНАСС/GPS. На данном этапе предусмотрена установка на машину Doumat автоматизированной системы управления выправкой координатными методами, с использованием спутникового оборудования.

Результат 5-го этапа – окончательная выправка пути с постановкой в проектное положение.



Рис. 4. выправка пути машиной Doumat

6-й этап - Исполнительная съемка ж.д. пути и инфраструктуры после ремонта.

На сегодняшний день съемка производится вручную, относительными методами, имеющими низкую производительность и не высокую точность. На данном этапе предусматривается проход АПК «Профиль» до открытия пути для движения поездов с целью проверки пути на соответствие проекту, при наличии таковых производится устранение выявленных отклонений в рамках того же закрытия, без дополнительных «окон». При отсутствии отступлений оперативно производится выдача требуемых форм (лента вагона - путеизмерителя, карточки кривых, план, продольный профиль и т.д.) без необходимости привлечения вагона путеизмерителя и ЦНИИ-4.

Результат 6-го этапа – проверка соответствию проекту, выдача документации для сдачи железнодорожного пути в соответствии с ЦПТ-53, ЦПТ-54, ЦУКС-799, и т.д.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2008 г. № 877-р
2. Щербаков В.В., Пикалов А.С. Выправка пути при реконструкции и ремонте железнодорожных путей с использованием ГИС-технологий и ГНСС / Транспортное строительство. – 2012. – №1. - С. 23-26.
3. Протокол совещания в департаменте технической политики ОАО «РЖД» (протокол №Цтех-753/пр);
4. Протокол заседания секции «Путевое хозяйство» научно-технического совета ОАО «РЖД».

© А.С. Пикалов, 2012

МОДИФИЦИРОВАННАЯ МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ШИРОТЫ И ДОЛГОТЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО ТЕОДОЛИТА (ТАХЕОМЕТРА)

Александр Сергеевич Глазунов

Новосибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, к.т.н., доцент кафедры астрономии и гравиметрии, тел. (383) 3610159, e-mail: aleks50@mail.ru

В статье рассмотрены определения астрономической широты и долготы на современных электронных теодолитах, технические возможности которых позволяют изменить классические методики астрономических определений, упростив процесс наблюдения и обработки. Приведены результаты астрономических определений, выполненных с помощью электронного тахеометра Sokkia SET2C.

Ключевые слова: астрономические определения координат, методика астрономических определений, электронные теодолиты.

MODIFIED TECHNIQUES FOR LATITUDE AND LONGITUDE DETERMINATION BY ELECTRONIC THEODOLITE (TACHEOMETER)

Alexandr S. Glazunov

Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo Ul., Novosibirsk, 630108, doctor of technical science, docent, professor of astronomy and gravimetry department, tel. (383)3-61-01-59, e-mail: aleks50@mail.ru

The paper presents astronomical latitude and longitude determinations by modern electronic theodolites, whose performance capabilities make it possible to improve classical astronomic determinations techniques by simplifying the process of observation and processing. The results of astronomic determinations by electronic tacheometer SokkiaSET2C are given.

Key words: the astronomical determination coordinates, technique of astronomical definitions, electronic theodolites.

Появление новых оптических теодолитов (тахеометров) с электронной системой отсчитывания кругов и компенсатором наклона создаёт предпосылки для модификации геодезических измерений, в том числе и астрономических определений 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.

Выпускаемые электронные теодолиты не снабжены астрономической сеткой нитей, позволяющей многократно отсчитывать движущийся объект (светило) в поле зрения, но используя автоматизацию отсчётов по кругам можно

обойти этот недостаток. Наведение на светило можно выполнять центром сетки нитей, а отсчёты делать по кругам, что облегчает обработку, т.к. исключаются редукции, связанные с приведением отсчётов к оптическому центру трубы.

Как известно наибольшая точность определений достигается в разностных способах, для зенитальной группы это разностно-зенитальные способы. При определении широты к этой группе относятся способы Талькотта, Певцова, Струве-Штернека (наблюдение южных и северных звёзд при одном круге вблизи меридиана) и предложенный нами Комбинированный разностно-зенитальный способ (КРЗС) [1]. Однако программа способа Талькотта состоит из слабых звёзд, требующих достаточно мощной оптики, которой обладают только специализированные астрономические теодолиты. Наиболее предпочтительными для определения широты электронными теодолитами являются способы Струве-Штернека и КРЗС. Последний является наиболее общим для группы разностно-зенитальных способов.

Программы обоих способов можно составить из достаточно ярких звёзд, например в качестве северной звезды можно наблюдать Полярную. Широта вычисляется по единой формуле (1), полученной нами и общей для разностно-зенитальной группы способов определения широты [1]

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\cos \delta_2 \cos t_2 \cos \Delta Z - \cos \delta_1 \cos t_1 - \sin Z_2 \cos \Delta Z / \cos \varphi_0}{\sin \delta_1 - \sin \delta_2 \cos \Delta Z}. \quad (1)$$

В этой формуле ΔZ – измеренная с помощью вертикального круга разность зенитных расстояний звёзд в паре, часовые углы вычисляют по средним моментам наблюдения звёзд. В разность зенитных расстояний вводят поправки за рефракцию и за ускорение движения звезды по зенитному расстоянию, а в средние отсчёты времени поправку за суточную аберрацию [2]

$$\Delta T_{ab} = -0,021^s \cos Z.$$

Образец записи определений широты приведён в табл. 1.

Таблица 1. Образец записи определений широты.

Дата: 22.12.05; $u = 15^h 45^m 22.6^s$; $t^\circ = -9,4^\circ$;

$P = 760,4$

№ Отсчёта	Звезда №560-S Время	Отсчёты круга	Звезда № α UMi Время	Отсчёты круга
1	$1^h 26^m 48.65^s$	$30^\circ 21' 01''$	$1^h 29^m 58.47^s$	$34^\circ 37' 34''$
2	1 27 06.55	30 20 53	1 30 21.21	34 37 34
3	1 27 23.55	30 20 55	1 30 39..69	34 37 31
4	1 27 35.78	30 20 52	1 30 56.64	34 37 24
5	1 27 50.01	30 20 54		
6	1 28 13.86	30 20 53		
Среднее	$1^h 27^m 29.73^s$	$30^\circ 20' 54.67''$	$1^h 30^m 29.00^s$	$34^\circ 37' 30.75''$

Эфемериды для Полярной в паре с южной звездой легко составить с помощью Астрономического ежегодника, а эфемериды для пар КРЗС можно

составить с помощью написанной нами программы [1]. Наиболее удобные для наблюдения пары можно наблюдать по несколько раз за вечер, для пересчёта эфемерид пар КРЗС для их многократных наблюдений нами составлена программа. Образец таких эфемерид приводится в табл. 2.

Таблица 2. Образец эфемерид пар КРЗС.

Таблица пар, широта $\varphi = 54^\circ 59' 12''$					
№ пар	№ звёзд	Яркость m_s m_n	Время S_s S_n	Z_{cp} ΔZ	As An
1	505	3.7	$21^h 46^m 17^s$	$40^\circ 33' 26''$	$24^\circ 40' 25''$
	367	3.0	$21^h 51^m 36^s$	$01' 54''$	$151^\circ 54' 08''$
2	505	3.7	$21^h 54^m 36^s$	$41^\circ 37' 00''$	$27^\circ 35' 38''$
	367	3.0	$21^h 59^m 55^s$	$00' 00''$	$152^\circ 24' 23''$
3	505	3.7	$22^h 02^m 55^s$	$42^\circ 10' 49''$	$30^\circ 27' 35''$
	367	3.0	$22^h 08^m 14^s$	$01' 52''$	$152^\circ 55' 40''$

Для определения долготы в зоне от 70° южной и до 70° северной широты основным является способ Цингера. Методика наблюдения пар Цингера не отличается от методики наблюдения широтных пар. Вычисление долготы выполняется по видоизменённым формулам С.С.Уралова [2] и руководства [3]

$$\lambda_i = \lambda_0 + \Delta\lambda_i; \quad \Delta\lambda_i = y_i / 15 \cos \varphi; \quad (2)$$

$$y_i = [(Z_E - Z_W)_{\text{выч}} - (Z_E - Z_W)_{\text{изм}}] / (\sin A_W - \sin A_E). \quad (3)$$

В формуле (3) $(Z_E - Z_W)_{\text{выч}}$ разность вычисленных зенитных расстояний звёзд пары, а $(Z_E - Z_W)_{\text{изм}}$ разность измеренных зенитных расстояний звёзд пары. Фактически способ Цингера в исполнении на электронном теодолите превращается в способ определения долготы по измеренным зенитным расстояниям пар звёзд вблизи первого вертикала, для пар в первом вертикале этот способ описан у С.С.Уралова [2].

Моменты времени фиксировались с помощью электронного хронометра, поправка которого определялась из приёма точных сигналов времени радиостанции РВМ на слух. Все определения выполнялись между приёмом сигналов времени. В процессе наблюдений измерялись температура и атмосферное давление (t° и P). Определения координат выполнялись тахеометром SET2C № 20841. Характеристики тахеометра приведены в табл. 3.

Таблица 3. Технические характеристики тахеометра SET2C

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

Так как в комплекте тахеометра отсутствовала астрономическая сетка нитей, приходилось выполнять многократные наведения горизонтальной нитью в центре поля зрения на звезду с помощью микрометрических винтов вертикального и горизонтального кругов. В момент наведения фиксировался отсчёт времени и затем выполнялась запись отсчётов круга. Моменты приёма сигналов времени исправлялись поправкой за разность шкал всемирного и координированного времени (UT1-UTC), а в окончательные значения координат вводились поправки за полюс ($\Delta\varphi_p$, $\Delta\lambda_p$). Результаты определений координат приведены в табл. 4.

Таблица 4. Результаты определения координат

Дата	Способ определения	Число пар	Значение координат	Ср. кв. погрешность по одной паре	Ср. кв. погрешность среднего из программы	Принятое значение координат
10.12.05; 14.12.05	φ , КРЗС	13	11,55"	1,69"	0,45"	11,4"
22.12.05	φ , Струве-Штернека	5	12,10"	1,8"	0,8"	11,4"
23.12.05; 28.02.06	λ , Цингера	7	27,51 ^S	0,21 ^S	0,08 ^S	27,64 ^S

Из результатов, приведённых в таблице можно сделать вывод, что современные электронные тахеометры (теодолиты) соответствуют заявленной точности. Можно надеяться, что подобные инструменты с лучшими параметрами позволят достичь точности определения координат до 0,1" и выше.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Глазунов А.С. Исследование и совершенствование разностно-зенитальных способов определения широты [Текст]: дис. на соиск. учен. степ. канд.техн. наук. Новосибирск: СГГА, 2002.-197с.
2. Уралов С.С. Курс геодезической астрономии [Текст]/С.С.Уралов.-М.:Недра,1980.-592 с
3. Руководство по астрономическим определениям [Текст].- М.: Недра, 1984.-384с.

© А.С. Глазунов, 2012

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПУНКТОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ СЕТИ И СИСТЕМЫ КООРДИНАТ ITRF ДЛЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ

Николай Кириллович Шендрик

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, заведующий лабораторией космической геодезии кафедры астрономии и гравиметрии, тел. (383) 361-01-59, e-mail: snk_aig@mail.ru

Выполнена привязка ПДБС Новосибирской области к пунктам Международной геодинамической сети в системе координат ITRF. Полученные результаты могут служить основой для геодезической сети региона в местных системах координат на современном уровне точности.

Ключевые слова: пункты Международной геодинамической сети (МГС), общеземная система координат ITRF, постоянно действующие базовые станции (ПДБС), геодезическая сеть, программное обеспечение, минимально ограниченное уравнивание, оценка точности.

INTERNATIONAL GEODYNAMIC NETWORK AND ITRF APPLICATION FOR TERRITORIES GEODETIC SUPPORT

Nikolai K. Shendrik

Head of the Laboratory of Satellite Geodesy, Department of Astronomy and Gravimetry, Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo st., 630108 Novosibirsk, phone: 383 3610159, e-mail: snk_aig@mail.ru

Novosibirsk region permanent base stations have been tied to the points of the international geodynamic network in ITRF. The results may serve as a basis for the regional geodetic network in local coordinate systems with current accuracy level.

Key words: points of the International Geodynamic Network, ITRF (International Terrestrial Reference Frame), permanent base stations, geodetic network, software, minimally bounded adjustment, accuracy assessment.

Пункты Международной геодинамической сети (МГС) закрепляют на поверхности Земли наиболее высокоточную на современном этапе общеземную систему координат ITRF (International Terrestrial Reference Frame). На ограниченных территориях, используя расположенные там пункты МГС, могут быть созданы национальные и региональные геодезические сети и системы координат на основе ITRF. Примерами построения таких геодезических систем координат являются: EUREF в Западной Европе, SIRGAS в Южной Америке, GDA в Австралии, NAD83 в США и Канаде [1].

На пунктах МГС установлены современные СРНС-приемники, которые работают, как правило, в непрерывном режиме. Измерения с этих пунктов и точные эфемериды для их обработки на условиях свободного доступа предоставляются на специализированных сайтах (серверах) сети Интернет.

Координаты пунктов и скорости их изменения так же могут быть получены бесплатно. Точность взаимных положений пунктов в системе координат ITRF достигает 1-3 мм, что является высшим уровнем точности на современном этапе и соответствует всем требованиям спутниковых средств измерений к исходной геодезической основе.

Современные геодезические спутниковые технологии определения координат пунктов позволяют за 5-6 суток непрерывных измерений достигать точности порядка 10-20 мм в системе координат ITRF на удалениях 1000-2500 км от пунктов МГС даже с помощью обычного (коммерческого) спутникового геодезического оборудования и программного обеспечения (ПО). Уровень точности определения координат таких пунктов соответствует, а потенциально может быть выше требований документа [2]. Определения координат могут производиться не только по государственным программам, но и в порядке развития отдельных территорий или даже отдельных объектов по мере необходимости. Одними из главных и важных моментов здесь является возможность достижения однородной и высокой точности определения координат определяемых геодезических пунктов практически в любой точке страны с минимальными экономическими издержками.

В Новосибирской области в 2010 году были введены в опытную эксплуатацию 19 постоянно действующих базовых станций (ПДБС). Размещены ПДБС в г. Новосибирске и в административных центрах 18 районов области. Для 18 ПДБС выполнена привязка к четырем пунктам сети МГС – Екатеринбург (ARTU), Норильск (NRIL), Иркутск (IRKT) и Селезашита (SELE, Казахстан). В качестве контрольного взят пункт МГС в Урумчи (URUM, Китай). По всем радиальным направлениям, соединяющим пункты МГС с каждой ПДБС, использованы не менее 6 суточных сеансов измерений на интервале с 1 по 12 октября 2010г. Обработка базовых линий выполнялась с применением точных эфемерид в программном обеспечении «Trimble Business Center». В качестве примера, на рисунке 1 приведена типичная для всех ПДБС схема геодезической привязки базовой станции в г. Новосибирске (NSKW) после выполненного уравнивания с эллипсами погрешностей в определяемых пунктах.

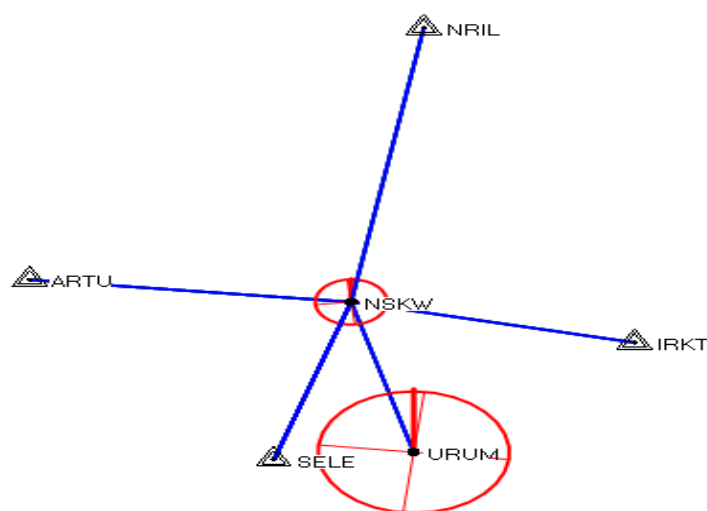


Рис. 1. Схема привязки ПДБС Новосибирск (NSKW) к пунктам МГС

Длины базовых линий, соединяющие ПДБС с пунктами МГС, находятся в интервале 1200-1650 км. Все решения имеют плавающий тип, что является особенностью данного коммерческого ПО «ТВС» фирмы «Trimble Navigation Ltd.» при обработке базовых линий свыше 850 км. По такой же схеме привязаны к пунктам МГС остальные ПДБС, кроме базовой станции ORDN (Ордынское) по техническим причинам. Результаты статистической оценки точности уравнивания базовых линий в компонентах пространственных эллипсоидов погрешностей для ПДБС и контрольного пункта URUM по всем вариантам привязки приведены в таблице 1. В таблице приняты обозначения: а - большая полуось (средняя квадратическая погрешность) в плане; b – малая полуось в плане; с – полуось по высоте.

Таблица 1. Статистическая оценка точности в компонентах эллипсоидов погрешностей для ПДБС и контрольного пункта URUM

ПДБС				Пункт URUM		
Компоненты эллипса	а (мм)	b (мм)	с (мм)	а (мм)	b (мм)	с (мм)
Минимум	3	3	4	9	9	11
Максимум	8	8	8	21	20	21
Среднее	4.6	4.4	5.1	12.4	11.2	13.6

Как видно из таблицы 1, средние квадратические погрешности привязки ПДБС находятся в пределах 3-8 мм. Для пункта URUM, они примерно в 2-2.5 раза больше, так как для него контрольная привязка осуществлялась через пункты ПДБС (смотри рис. 1). Сравнение контрольных определений координат пункта URUM из привязки с координатами, публикуемыми службой МГС, показаны в таблице 2 в виде разностей координат по всем пунктам ПДБС.

Таблица 2. Разности контрольных и действительных координат пункта URUM

Статистическая характеристика	ΔX (мм)	ΔY (мм)	ΔH (мм)
Минимум	+5	-2	-20
Максимум	+15	+11	-38
Среднее	+12.0	+2.1	-30.3

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что точность привязки пунктов к сети МГС потенциально может быть порядка $10 \div 15$ мм в плане и $10 \div 20$ мм по высоте.

На следующем этапе пункты ПДБС были соединены в единую геодезическую сеть в виде треугольников, образованных независимыми базовыми линиями, соответствующими суточным сеансам измерений. В целях создания более жесткого каркаса сети были вычислены дополнительные базовые линии для соединения между собой пунктов в виде геодезических четырехугольников, а также радиальные базовые линии, соединяющие пункты на противоположных концах сети и другие их комбинации. В результате число замкнутых полигонов в форме треугольников возросло более чем вдвое до 86. Схема образованной таким образом сети пунктов ПДБС Новосибирской области показана на рис. 2.

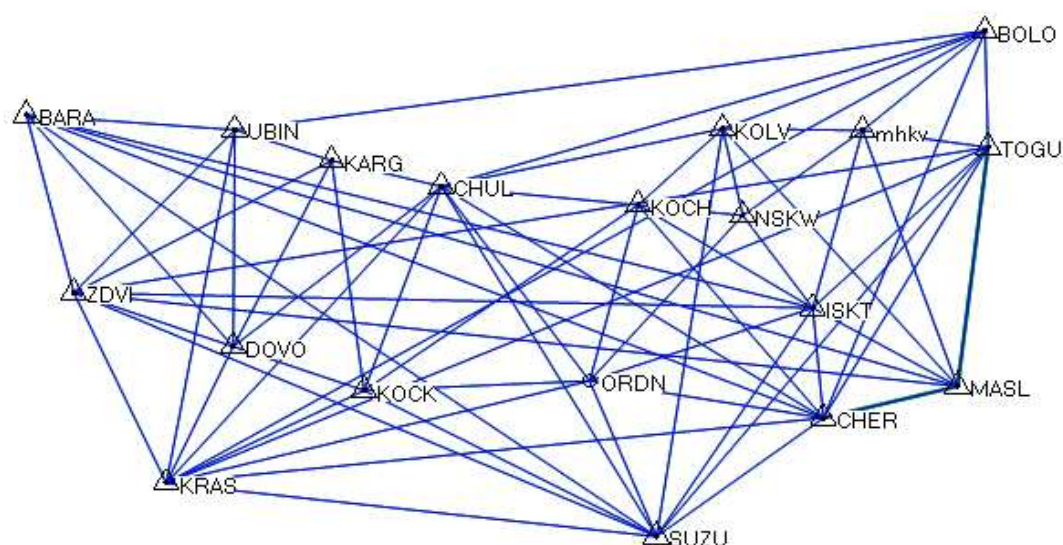


Рис. 2. Схема геодезической сети пунктов ПДБС Новосибирской области

Одним из важных параметров качества спутниковой геодезической сети являются величины невязок в замкнутых полигонах. Ниже в таблице 3 показаны полученные результаты замыкания полигонов-треугольников. Как видно из таблицы 3, максимальные величины невязок в плане и по высоте составляют +0.19 мм и -0.014 мм. Соответствующие им относительные погрешности не превышают 0.071 ppm или 1: 14100000.

Для геодезической сети (рис.2) было выполнено минимально ограниченное уравнивание в системе ITRF с фиксацией всех трех координат пункта NSKW и выполнено сравнение с полученными ранее координатами остальных ПДБС (кроме пункта ORDН) из привязки к пунктам МГС. Результаты приведены в табл. 4.

Из табл. 4 видно, что координаты ПДБС, полученные из привязки к пунктам МГС и из минимально ограниченного уравнивания базовых линий геодезической сети, соединяющей эти пункты, согласуются с очень высокой точностью. Величины прямых разностей координат не превышают ± 15 мм, а средние значения по всем пунктам сети близки к нулю. Данный факт указывает на высокую координатную, связанную с линейным масштабом, и азимутальную стабильность построения геодезических сетей в системе координат ITRF спутниковым методом.

Таблица 3. Результаты замыкания полигонов

Сторон в полигоне:	3
Число контуров:	86
Число принятых:	86
Число ошибочных:	0

	Длина(Метр)	ΔB плане(Метр)	ΔPo выс.(Метр)	PPM
Критерии пригодности		0,020	0,020	
Наилучшая		0,000	0,000	0,001
Наихудшая		0,019	-0,014	0,071
Среднее по полигонам	420063,106	0,008	0,004	0,022
Стандартная ошибка	217836,628	0,007	0,004	0,015

Таблица 4. Разности координат для пунктов ПДБС между координатами уравненными и из привязки к пунктам МГС

Имя точки	$\Delta X(\text{Метр})$	$\Delta Y(\text{Метр})$	$\Delta H(\text{Метр})$
BARA (Барабинск)	0,001	0,003	-0,004
BOLO (Болотное)	0,006	0,001	0,003
CHER (Черепаново)	-0,001	0,002	0,001
CHUL (Чулым)	-0,003	0,009	0,004
DOVO (Довольне)	0,003	0,015	-0,002
ISKT (Искитим)	-0,010	0,000	0,004
KARG (Каргат)	0,002	0,007	0,001
KOCH (Коченево)	-0,003	-0,001	0,002
KOCK (Кочки)	0,002	0,012	0,004
KOLV (Колыван)	-0,003	-0,001	0,004
KRAS (Краснозерское)	0,005	0,011	0,002
MASL (Маслянино)	0,000	0,004	0,001
mhkv (Мошково)	-0,004	-0,002	0,007
SUZU (Сузун)	0,001	0,004	0,008
TOGU (Тогучин)	-0,011	0,000	-0,003
UBIN (Убинское)	0,001	0,004	0,005
ZDVI (Здвинск)	0,003	0,013	0,001
Среднее:	-0,0006	+0,0005	+0,0022

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что сеть, состоящая из пунктов ПДБС Новосибирской области в системе координат ITRF, может соответствовать самым высоким требованиям к точности геодезических построений на современном этапе и на ближайшую перспективу. Переход от системы координат ITRF к различным вариантам государственных и местных систем координат может быть осуществлен с минимальными издержками и максимальным удобством при использовании ПДБС.

Но при этом нельзя не сказать, что для обеспечения полноценной работы ПДБС в принятой в России системе высот дополнительно необходимо определить высоты пунктов ПДБС высокоточным геометрическим нивелированием в виде замкнутого полигона I класса по периметру сети и, по возможности, заполнить его в дальнейшем линиями нивелирования II класса.

В заключение следует отметить, что в экономическом отношении привязка геодезических сетей к системе координат ITRF является беспрецедентно выгодной и может позволить в кратчайшие сроки перевести геодезическую основу страны на самый современный уровень точности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. К.М. Антонович Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии [Текст] // Т. 1. – Москва: ФГУП «Картгеоцентр», 2005. – С. 47-52.
2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ о государственной геодезической сети Российской Федерации. ГКИНП (ГНТА)-01-006-03 [Текст] // - Москва, 2004. – С. 16-19.

© *Н.К. Шендрик*, 2012

ВЫЧИСЛЕНИЯ НОРМАЛЬНОГО УСКОРЕНИЯ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ ВНЕ ЭЛЛИПСОИДА

Александр Викторович Елагин

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, к. т. н., доцент кафедры высшей геодезии, тел. (383-2)-43-29-11, e-mail: VG@ssga.ru

Представлены формулы А.В. Елагина, предназначенные для вычисления нормального ускорения силы тяжести вне эллипсоида. Тестирование производилось путём сравнения с результатами вычислений по формулам Сомильяна, В.Ф. Еремеева – М.И. Юркиной и Ю.В. Сурнина. Разности ускорений, вычисленные по разным формулам не превышают 0.05 мкГал на высотах до 7500 м.

Ключевые слова: нормальное ускорение силы тяжести, эллипсоид.

COMPUTATION OF NORMAL GRAVITATIONAL ACCELERATION OUTSIDE THE ELLIPSOID

Alexander V. Yelagin

Ph.D., Assoc. Prof., Department of Advanced Geodesy, Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo st., 630108 Novosibirsk, phone: 3832 432911, e-mail: VG@ssga.ru

The author presents the formulas for computing normal gravitational acceleration outside the ellipsoid. The results of computations by Somilyan's and V.F. Yeremeyev's formulas were compared with those by M.I. Yurkina's and Yu.V. Surnin's. The accelerations differences, computed by different formulas, did not exceed 0.05 mcGal at 7500 m height.

Key words: normal gravitational acceleration, ellipsoid.

Для вычисления нормальных высот, высот квазигеоида, уклонов отвесных линий, аномалий силы тяжести и т.д. требуются формулы для определения нормального ускорения силы тяжести вне эллипсоида. Такие формулы были получены В.Ф. Еремеевым и М.И. Юркиной [1], а также Ю.В. Сурниным [2]. В данной статье представлены формулы А.В. Елагина.

Эллипсоидальными параметрами будем называть следующие величины:

a – большая полуось земного эллипсоида; e – эксцентриситет; c – удаление фокусов эллипсоида от центра; $\tilde{b}$ – малая полуось софокусного эллипсоида, на котором расположена заданная точка P ; $\tilde{u}$ – приведённая широта точки P на софокусном эллипсоиде.

Запишем формулы связи эллипсоидальных параметров с прямоугольными координатами:

$$r^2 = x^2 + y^2 + z^2; \quad c = ae; \quad \tilde{b} = \sqrt{\frac{1}{2}(r^2 - c^2) + \frac{1}{2}\left[(r^2 - c^2)^2 + 4c^2z^2\right]^{\frac{1}{2}}};$$

$$\tilde{a} = \sqrt{\tilde{b}^2 + c^2} ; \quad \cos \tilde{u} = \frac{1}{\tilde{a}} \sqrt{x^2 + y^2} ; \quad \sin \tilde{u} = \sqrt{1 - \cos^2 \tilde{u}} .$$

По эллипсоидальным параметрам вычисляется нормальное ускорение силы тяжести по формулам:

$$q = \frac{1}{2} \left[\left(1 + 3 \frac{\tilde{b}^2}{c^2} \right) \operatorname{arctg} \frac{c}{\tilde{b}} - 3 \frac{\tilde{b}}{c} \right]; \quad q_0 = \frac{1}{2} \left[\left(1 + 3 \frac{b^2}{c^2} \right) \operatorname{arctg} \frac{c}{b} - 3 \frac{b}{c} \right];$$

$$G = -\frac{fM}{\tilde{a}} - \frac{\omega^2 a^2 \tilde{a}}{q_0 c} \left(1 - \frac{\tilde{b}}{c} \operatorname{arctg} \frac{c}{\tilde{b}} - \frac{c^2}{3\tilde{a}^2} \right) \left(\frac{3}{2} \sin^2 \tilde{u} - \frac{1}{2} \right) + \omega^2 \tilde{a} \tilde{b} \cos^2 \tilde{u} ;$$

$$E = \omega^2 \left(a^2 \frac{q}{q_0} - \tilde{a}^2 \right) \sin \tilde{u} \cos \tilde{u} ;$$

$$\gamma_x = \frac{G \tilde{b} \cos \tilde{u} - E \tilde{a} \sin \tilde{u}}{\tilde{a}^2 \sin^2 \tilde{u} + \tilde{b}^2 \cos^2 \tilde{u}} ; \quad \gamma_z = \frac{G \tilde{a} \sin \tilde{u} + E \tilde{b} \cos \tilde{u}}{\tilde{a}^2 \sin^2 \tilde{u} + \tilde{b}^2 \cos^2 \tilde{u}} ;$$

$$\gamma = \sqrt{\gamma_x^2 + \gamma_z^2} ,$$

где ω – угловая скорость вращения Земли.

Для тестирования был просчитан один и тот же практический пример по формулам А.В. Елагина, Сомильяна [1], В.Ф. Еремеева – М.И. Юркиной [1] и Ю.В. Сурнина [2]. Исходные данные примера следующие:

1. Параметры эллипсоида: $a = 6378140$ м, $e^2 = 0,006694384872$.
2. Гравитационный параметр: $fM = 398600,5 \cdot 10^9$ м³с⁻².
3. Угловая скорость вращения Земли: $\omega = 7,292115 \cdot 10^{-5}$ рад·с⁻¹.

4. Координаты точек: геодезическая широта $B = 45^\circ 00' 00.000''$, геодезическая долгота $L = 0$, геодезические высоты $H = 0$ м, 2500 м, 5000 м, 7500 м, 10 км, 25 км, 50 км, 100 км, 500 км, 1000 км.

Ускорение силы тяжести на поверхности эллипсоида ($H = 0$ м), вычисленное по формуле Сомильяна равно $9,806\,189\,977\,538$ м с⁻². Результаты вычислений по другим формулам представлены в таблице.

Из таблицы видно, что при вычислении нормального ускорения силы тяжести для точек на земной поверхности с высотой до 7500 м пригодны все три типа формул. Разности не превышают 0,05 мкГал. Для точек расположенных выше рекомендуется применять для вычисления нормального ускорения формулы А.В. Елагина и В.Ф. Еремеева – М.И. Юркиной.

Значения нормального ускорения силы тяжести в м с^{-2}

Геодезическая высота Н	Формулы А.В. Елагина	Форм. В.Ф. Еремеева и М.И. Юркиной	Формулы Ю.В. Сурнина
0 м	9, 806 189 977 537	9, 806 189 977 777	9, 806 189 977 536
2500 м	9, 798 480 524 708	9, 798 480 524 409	9, 798 480 524 651
5000 м	9, 790 780 126 150	9, 790 780 125 881	9, 790 780 125 924
7500 м	9, 783 088 767 686	9, 783 088 767 704	9, 783 088 767 178
10 км	9, 775 406 435 159	9, 775 406 435 094	9, 775 406 434 257
25 км	9, 729 501 195 598	9, 729 501 195 472	9, 729 501 189 991
50 км	9, 653 705 199 830	9, 653 705 199 947	9, 653 705 177 572
100 км	9, 504 736 582 268	9, 504 736 581 826	9, 504 736 494 577
500 км	8, 427 497 258 260	8, 427 497 258 421	8, 427 495 292 325
1000 км	7, 319 373 446 137	7, 319 373 446 318	7, 319 366 397 167

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Еремеев, В.Ф. Теория высот в гравитационном поле Земли [Текст] / В.Ф. Еремеев, М.И. Юркина. – М.: Недра, 1971. – 144 с.
2. Ротова, Н.В. Исследование эффективности формул для вычисления нормального ускорения силы тяжести в трехмерном пространстве [Текст] / Н.В. Ротова // ГЕО-Сибирь-2007. Т. 1. Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия. Ч. 2 : сб. матер. III междунар. науч. конгр. «ГЕО-Сибирь-2007», 25 – 27 апр. 2007 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2007. – С. 46 – 52.

© А.В. Елагин, 2012

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ТОЧНОГО ТОЧЕЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ (PPP) ДЛЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АЭРОЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Станислав Олегович Шевчук

ФГУП «Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и Минерального сырья», 630108, г. Новосибирск, ул. Красный проспект, 67, инженер отдела геодезического обеспечения геолого-геофизических работ, тел. (383)22-45-86, e-mail: staspp@211.ru

Николай Сергеевич Косарев

Сибирская Государственная Геодезическая Академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного 10, магистрант, тел. 8-913-706-9195, e-mail: kosarevnsk@yandex.ru

В статье исследован метод точного точечного позиционирования (PPP) для геодезического обеспечения аэроэлектроразведочных работ на примере комплекса «Импульс-аэро» с выносной вертолётной платформой.

Ключевые слова: GPS, Precise Point Positioning, PPP, метод обработки, аэроэлектроразведка, точность позиционирования, кинематика.

PRECISE POINT POSITIONING TECHNIQUE ADOPTION FOR GEODETIC SUPPORT OF AERIAL ELECTRO-PROSPECTING WORKS

Stanislav O. Shevchuck

Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Raw Materials (SNIIGGiMS), 67 Krasniy Prospekt, Novosibirsk, 630108, Russian Federation, tel.: (383)22-45-86, e-mail: staspp@211.ru

Nikolay S. Kosarev

Siberian State Academy of Geodesy (SSGA), 10 Plakhotnogo Ul., Novosibirsk, 630108, Russian Federation, phone: 8-913-706-9195, gradient student, e-mail: kosarevnsk@yandex.ru

The article researches Precise Point Positioning (PPP) for geodetic support of aerial electro-prospecting works on example of "Impulse-Aero" complex with the pendant helicopter platform.

Key words: GPS, Precise Point Positioning, PPP, processing technique, aerial electro-prospecting works, accuracy of positioning, kinematic.

В Сибирском научно-исследовательском институте геологии, геофизики и минерального сырья (СНИИГиМС) совместно с рядом научно-производственных предприятий разработана аэромагнитная система с подвесной разведочной платформой, получившая название «Импульс-Аэро» [1].

Строение и принцип функционирования аэроэлектромагнитного комплекса приведены на рис. 1.

Полный состав аэроэлектроразведочного комплекса «Импульс-аэро» включает в себя: бортовое оборудование, располагаемое в вертолёте; подвесную платформу; магнитометр; акселерометр; непосредственно носитель (вертолёт).

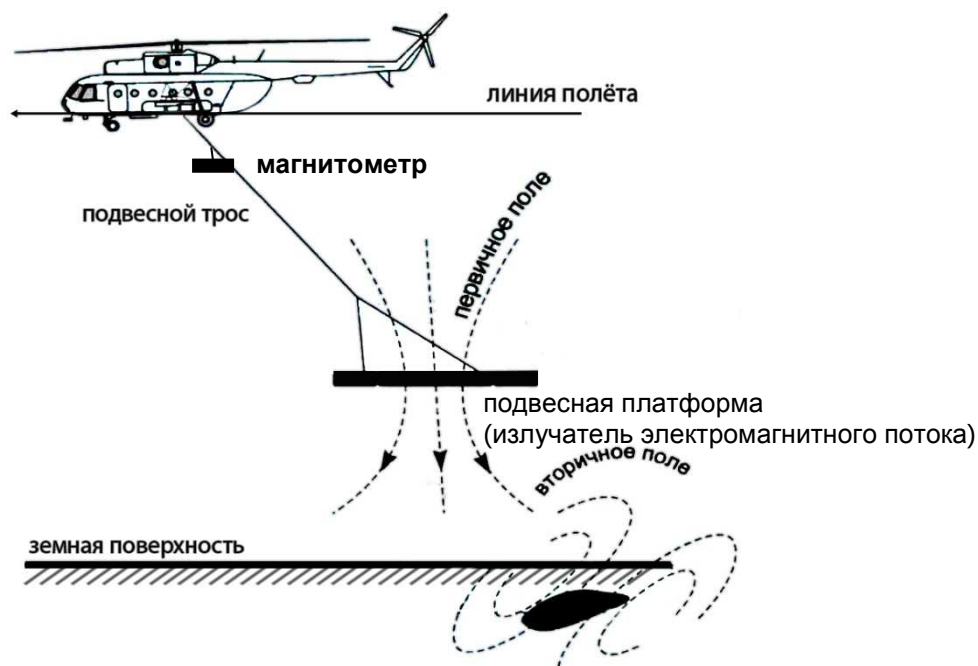


Рис. 1. Схема функционирования электромагнитного комплекса

Точность привязки аэрогеофизических данных к местности при проведении поисково-оценочных работ имеет большое значение для интерпретации данных.

Комплекс постоянно модернизируется и совершенствуется, добавляются дополнительные устройства, в том числе и для более надёжного определения пространственного положения платформы. Совершенствуется и технологическая схема геодезического обеспечения. В настоящей статье исследована методика точного точечного позиционирования (PPP) для геодезического обеспечения данного комплекса, и выполнено сравнение ее результатов с результатами, полученными стандартным относительным методом в постобработке.

Геодезическая привязка элементов подобных систем в условиях проведения геолого-геофизических исследований (обычно проводящихся на труднодоступных территориях со слабо развитой инфраструктурой опорной геодезической сети) является нетривиальной задачей, особенно, если необходимо получить максимально возможную точность при минимизации финансовых затрат.

С одной стороны – наиболее точным и удобным является дифференциальный метод (например, если поблизости функционируют сети активных базовых станций, передающих дифференциальные поправки), однако в большинстве случаев, исследуемая территория освоена недостаточно, и расстояние до ближайшей активной базовой станции слишком велико для получения надёжного решения.

Другой выход в данной ситуации – размещение на местности своей базовой станции с постобработкой относительным методом. Данная технология предполагает наличие подготовительных работ, в процессе которых должна

производиться расстановка одной или нескольких базовых станций и определение их точных координат. В районах с повышенной залесённостью или пересечённой местности, этот метод является наиболее затратным, так как требует больших финансовых расходов на организацию работ по доставке отрядов и оборудования, покупку дополнительной аппаратуры и привлечение дополнительного персонала.

При отсутствии базовых станций возможно выполнение привязки с использованием абсолютного метода наблюдений по фазе несущей. Абсолютный (автономный) метод определения координат осуществляется посредством одного приемника, что значительно снижает затраты на подготовительные работы за счёт отсутствия необходимости выноса и привязки базовых станций. В настоящее время за счёт развития систем информационной поддержки ГНСС, точность позиционирования абсолютным методом может быть значительно повышена за счёт применения точных апостериорных параметров орбит (эфемерид) и поправок к спутниковым часам. Это является основой метода точного точечного позиционирования (Precise Point Positioning - PPP). Точность, получаемая методом PPP для кинематических измерений, составляет единицы дециметров [2].

Для реализации данного метода в постобработке необходимо наличие специального программного обеспечения (ПО) (NovAtel GrafNav, Bernese, GIPSY и другие) и доступ в Интернет для получения данных для обработки, например с серверов Международной ГНСС службы (МГС).

Предложенная методика была апробирована на Ванкорском месторождении нефти и газа (ЯНАО).

Для обработки результатов измерений относительным методом на территории аэропорта г. Тарко-Сале была установлена базовая станция (двухчастотный приёмник JAVAD TRIUMPH-1 G3T).

Привязка базовой станции (BASE) к общеземной системе координат (ITRF) выполнялась от четырёх пунктов МГС: NRIL (Норильск), NVSK (Новосибирск), ARTI (Екатеринбург), MDVJ (Менделеево) на эпоху 0 часов 21 июня 2011 года по всемирному времени в программном продукте NovAtel GrafNet. Продолжительность наблюдений составила 8 часов. Дискретность записи 1 секунда. Среднеквадратическая погрешность (СКП) привязки базовой станции к пунктам МГС составила 1 см в плане и 3 см по высоте. Схема привязки показана на рис. 2.

Для позиционирования подвесной платформы в специальный контейнер, входящий в её состав, устанавливался двухчастотный геодезический приёмник NovAtel DL-V3.

Запись данных в приёмниках (как базовый, так и находившийся на платформе) выполнялась с частотой 5 Гц. Скорость вертолёта составляла в среднем около 80 км/ч; общая продолжительность полёта – около 11 часов. Перед вылетом, была выполнена статическая инициализация приёмника NovAtel (около одного часа). Длина базовых линий изменялась от единиц метров до 100 км.

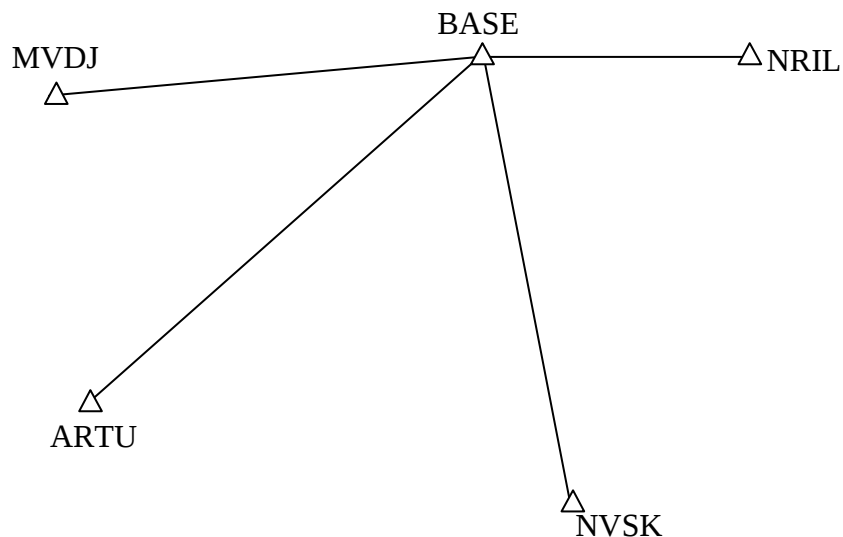


Рис. 2. Схематичное расположение пунктов ИГС, использовавшихся для определения координат базовой станции в системе ITRF

Обработка данных измерений производилась в программном комплексе NovAtel WayPoint GrafNav/GrafNet.

В результате выполнения съёмки и последующей постобработки, были получены траектории (треки), показанные на рис. 3.

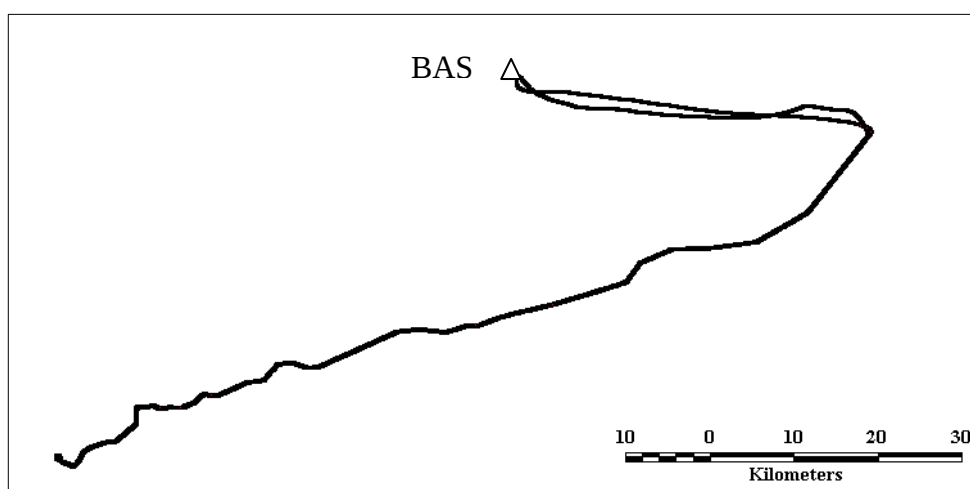


Рис. 3. Траектория электроразведочного вылета

Траектории, полученные разными методами обработки имели между собой расхождения в координатах соответственных точек (то есть, принадлежащим общей эпохе). Для оценки точности метода PPP, решения, полученные относительным методом были приняты за истинные. В результате, были получены разности, показанные на рис. 4.

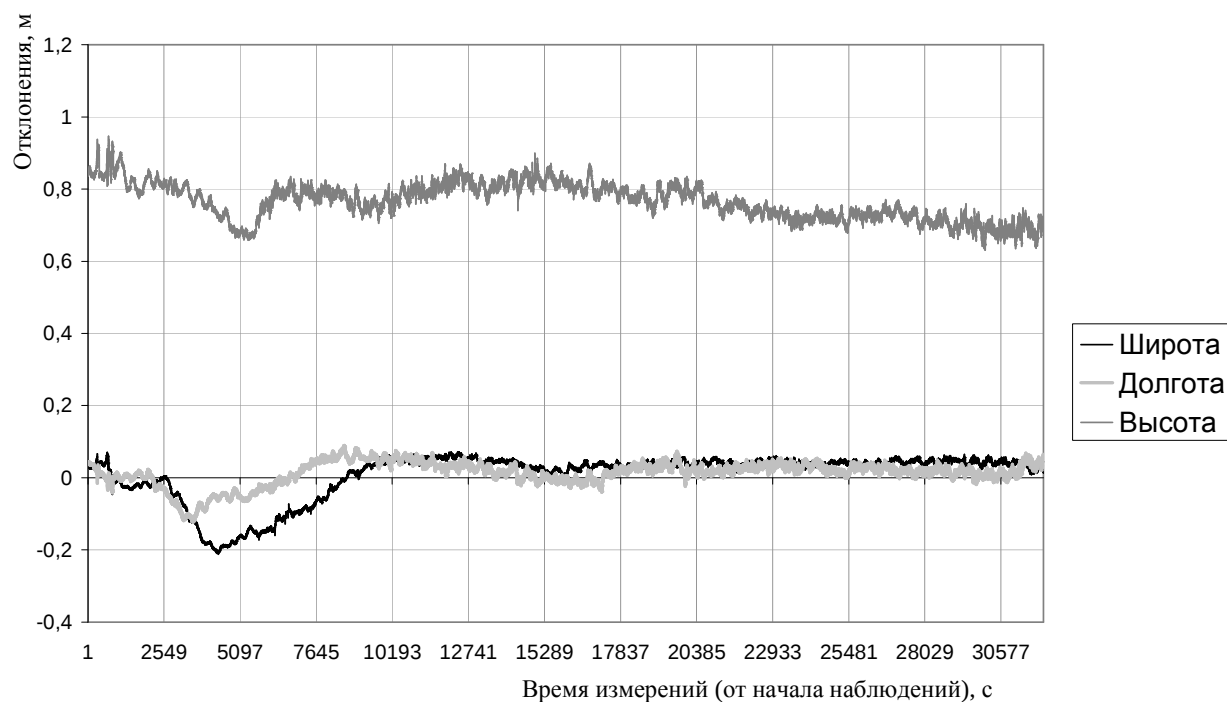


Рис. 4. Отклонения соответственных точек треков, полученных в результате обработки методом PPP и относительным методом (фрагмент)

В табл. 1 приведены результаты оценки точности решений PPP-трека по отношению к принятому за истину треку, полученному в результате обработки относительным методом.

Таблица 1. Отклонения точек трека, обработанного методом PPP от соответственных точек трека, полученных в результате обработки относительным методом

Величина		Значения, м
Средние значения разностей	$\Delta X_{\text{ср}}$	0,005
	$\Delta Y_{\text{ср}}$	0,016
	$\Delta H_{\text{ср}}$	0,747
Максимальные разности	$\Delta X_{\text{макс}}$	0,795
	$\Delta Y_{\text{макс}}$	0,979
	$\Delta H_{\text{макс}}$	1,696
СКП	m_X	0,052
	m_Y	0,084
	m_{XY}	0,099
	m_H	0,755

Как видно из графика, приведённого на рисунке 4, и данных таблицы 1 отклонения решений метода PPP в полёте от решений относительного метода обработки в плане не превышает одного метра и находится на уровне СКП 0,1 м. По высоте погрешность больше, на уровне 0,7 м, основная составляющая

погрешности, исходя из графика (см. рис. 4) является систематической ошибкой.

Важно добавить, что в рассматриваемой статье, обработка данных и уравнивание выполнялись в системе координат ITRF05 (с последующим переводом в WGS-84). При пересчёте координат, например, в СК-95 в соответствии с ГОСТ Р 51794-2008 могут возникнуть дополнительные погрешности. Необходимо учитывать данное обстоятельство при работе с предложенным методом.

Таким образом, можно выделить следующие достоинства метода PPP для выполнения подобных работ: отсутствие затрат на размещение и привязку базовой станции, а также дополнительный персонал для её обслуживания; точность решений на уровне нескольких дециметров в плане в системе ITRF05.

Недостатками метода являются: необходимость доступа в Интернет для получения необходимых файлов (что зачастую в полевых условиях проблематично); задержка в получении информации [3]; возможные проблемы перехода от СК ITRF05, в которой поставляются файлы орбит.

Исходя из этого, можно сделать вывод о применимости данного метода для выполнения геодезического обеспечения аэроэлектроразведочных работ с субметровой точностью в плане и метровой – по высоте, что в большинстве случаев удовлетворяет точностным требованиям.

Авторы благодарят отделы электроразведки и геодезического обеспечения геолого-геофизических работ ФГУП «СНИИГГиМС», а также сотрудников ОАО ГП «СибГеоТех» за содействие и участие в описанных в данной статье исследованиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Захаркин, А.К. Электромагнитные технологии поиска месторождений полезных ископаемых [Текст] / А.К. Захаркин, В.С. Моисеев, Г.М. Тригубович, В.В. Филатов // 50 лет на службе геофизики Сибири. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2007. – 553 с., вкл. – с. 477 – 489.
2. 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.
3. IGS Data & Products [Electronic resource] / IGS Tracking Network – Англ. – Режим доступа: <http://igscb.jpl.nasa.gov/components/prods.html>.

© С.О. Шевчук, Н.С. Косарев, 2012

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ДАЛЬНОСТИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ГНСС ИЗМЕРЕНИЙ

Константин Михайлович Антонович

Доктор технических наук, доцент, профессор кафедры астрономии и гравиметрии, Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, тел. (383)3-61-01-59, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

Николай Сергеевич Косарев

Сибирская Государственная Геодезическая Академия, 630108 Новосибирск, Плеханова 10, магистрант, тел. 8-913-706-9195, e-mail: kosarevnsk@yandex.ru

Показано, что разности геометрических дальностей, вычисляемые по навигационному сообщению и приближенным координатам пункта, можно использовать для контроля изменений в кодовых и фазовых псевдодальностях при отсутствии погрешностей в часах приемника. Приведен пример обработки наблюдений, выполненных приемниками с водородными генераторами.

Ключевые слова: ГНСС, приемник, измерение, контроль, геометрическая дальность.

THE USE OF THE GEOMETRICAL RANGE FOR GNSS MEASUREMENT CONTROL

Konstantin M. Antonovich

Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo Ul., Novosibirsk, 630108, doctor of technical science, docent, professor of astronomy and gravimetry department, tel. (383)3-61-01-59, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

Nikolay S. Kosarev

Siberian State Academy of Geodesy (SSGA), 10 Plakhotnogo Ul., Novosibirsk, 630108, Russian Federation, phone: 8-913-706-9195, gradient student, e-mail: kosarevnsk@yandex.ru

It is shown that the differences of geometric ranges, calculated by the navigation message and the points approximate coordinates can be used to monitor of changes in the code and phase pseudorange if there are no errors in the receiver clock. An example of processing of observation will be help of hydrogen generator receiver.

Key words: GNSS, receiver, measurement, control, geometric range.

Геометрическая дальность ρ представляет собой истинное расстояние между спутником s в момент выхода сигнала и антенной приемника r в момент регистрации сигнала t :

$$\rho_r^s(t, t-\tau) = \left| \mathbf{r}^s(t-\tau) - \mathbf{R}_r(t) \right| = \sqrt{(X^s - X_r)^2 + (Y^s - Y_r)^2 + (Z^s - Z_r)^2}, \quad (1)$$

где τ - время прохождения сигнала. Векторы $\mathbf{r}^s(t-\tau) = (X^s, Y^s, Z^s)^T$ и $\mathbf{R}_r = (X_r, Y_r, Z_r)^T$ задают в общеземной системе отсчета положения соответственно для спутника и приемника.

Геометрическая дальность входит в уравнения ГНСС наблюдений для кодовой псевдодальности и фазы:

$$P_r^S(t) = \rho_r^S(t, t - \tau_r^S) + I_r^S + T_r^S + dm_r^S + \quad (2)$$

$$+ c[dt_r(t) - dt^S(t - \tau_r^S)] + c[d_r(t) + d^S(t - \tau_r^S)] + e_r^S,$$

$$\Phi_r^S(t) = \rho_r^S(t, t - \tau_r^S) - I_r^S + T_r^S + \delta m_r^S + c[dt_r(t) - dt^S(t - \tau_r^S)] + \quad (3)$$

$$+ c[\delta_r(t) + \delta^S(t - \tau_r^S)] + \lambda[\phi_r(t_0) - \phi^S(t_0)] + \lambda N_r^S + \varepsilon_r^S.$$

В этих уравнениях в левой части находится результат измерений в эпоху t в линейной мере. В правой части имеем: I_r^S - ионосферная задержка, T_r^S - тропосферная задержка, dt_r , dt^S - поправки часов соответственно для спутника и для приемника, dm_r^S , δm_r^S - влияние многопутности на кодовые и фазовые измерения, d_r , d^S , δ_r , δ^S - запаздывания сигналов в цепях измерения псевдодальности и фазы в приемнике и на спутнике, $\phi_r(t_0)$, $\phi^S(t_0)$ - начальные фазы генераторов приемника и спутника, N_r^S - целочисленная начальная неоднозначность фазы, λ - длина несущей волны, e_r^S и ε_r^S - шумы измерения псевдодальности и фазы [1].

При образовании разностей псевдодальностей для двух эпох наблюдений, отстоящих на промежуток времени Δt , исключаются запаздывания в аппаратуре, а в уравнениях для фазы, кроме того, начальная неоднозначность фазы и начальные фазы генераторов. Поправки часов спутника и приемника также исключаются, но остается влияние хода часов $A1_r$ и $A1^S$:

$$\Delta P(t) = P(t + \Delta t) - P(t) = \quad (4)$$

$$= \Delta \rho(t, t - \tau) + \Delta I + \Delta T + \Delta dm + \Delta t(A1_r - A1^S) + \Delta e,$$

$$\Delta \Phi(t) = \Phi(t + \Delta t) - \Phi(t) = \quad (5)$$

$$= \Delta \rho(t, t - \tau) - \Delta I + \Delta T + \Delta \delta m + \Delta t(A1_r - A1^S) + \Delta \varepsilon.$$

Эти уравнения показывают, что изменения в кодовых и фазовых псевдодальностях и геометрических дальностях происходят почти одинаково. Поэтому их используют для контроля фазовых измерений по кодовым или для сглаживания кодовых измерений по фазе несущей. В таблице 1 приведены возможные влияния дифференциальной ионосферной и тропосферной рефракции, а также многопутности при условиях, близких к наиболее неблагоприятным. При расчетах было принято: высота спутника над горизонтом $h = 15^\circ$, полная зенитная тропосферная задержка (сумма гидростатической и влажной) равна 2.5 м, вертикальная ионосферная задержка 10 м, угловая скорость движения спутника по углу высоты $n=0.5'/с$, многопутность для фазы 10 см за 5 минут.

Таблица 1. Дифференциальная ионосферная и тропосферная задержки и многопутность

	$\Delta t=1^s$	$\Delta t=10^s$	$\Delta t=30^s$	$\Delta t=1^m$	$\Delta t=10^m$
Дуга орбиты	0.5′	5′	15′	0.5°	5°
Тропосферная задержка	1.3 мм	13 мм	40 мм	80 мм	80 см
Ионосферная задержка	5.2 мм	52 мм	16 см	32 см	320 см
Многопутность для фазы	1 мм	7 мм	20 мм	40 мм	20 см

В работе [2] было показано, что моделирование геометрической дальности по приближенному положению приемника и передаваемым в навигационном сообщении бортовым эфемеридам также можно использовать для контроля ГНСС измерений кодовых и фазовых псевдодальностей, поскольку погрешности во взаимном положении спутника и пункта в значительной мере исключаются в разностях геометрических дальностей. К примеру, при погрешностях во взаимном положении пункта и спутника в 1 м приращения моделируемых геометрических дальностей и действительных расстояний на интервале в 30 с не превзойдут 6 мм.

Однако в этом случае определяющим фактором, влияющим на использование моделируемых геометрических дальностей, является ход часов приемника. Часы спутников имеют ход порядка $10^{-11} - 10^{-12}$, их влияние на геометрическую дальность не превзойдет уровня шума фазы. Часы приемников в подавляющем большинстве случаев являются кварцевыми, только небольшое число приемников Международной ГНСС службы и подсистемы контроля и управления имеют водородные генераторы.

Для проверки правильности рассуждений были протестированы отрезки из двух суточных файла наблюдений, полученных 31 марта 2011 г., на пунктах MDVJ (Менделеево) приёмником Topcon NetG3 и на пункте NSKM (Новосибирск) приёмником МРК-33. Оба приёмника работают с водородными стандартами частоты. Дискретность записи данных приёмником Topcon NetG3 составила 30 с, приёмником МРК-33 – 10 с. С помощью программы RTKLIB [3, 4] были рассчитаны поправки часов приёмников. При этом приняты следующие настройки: координаты и поправки часов спутников вычисляются на момент наблюдения по данным, которые содержатся в навигационном сообщении, для учёта тропосферы используется модель Саастамойнена, ионосфера исключается образованием ионо-свободной линейной комбинация по фазе несущей (если измерения выполняются приёмниками отечественных фирм или одночастотные приёмники, то применяется модель Клобучара). На рисунке 1 представлена поправка часов приёмника Topcon NetG3 для интервала наблюдений в 30 минут (от 0 часов по времени UTC).

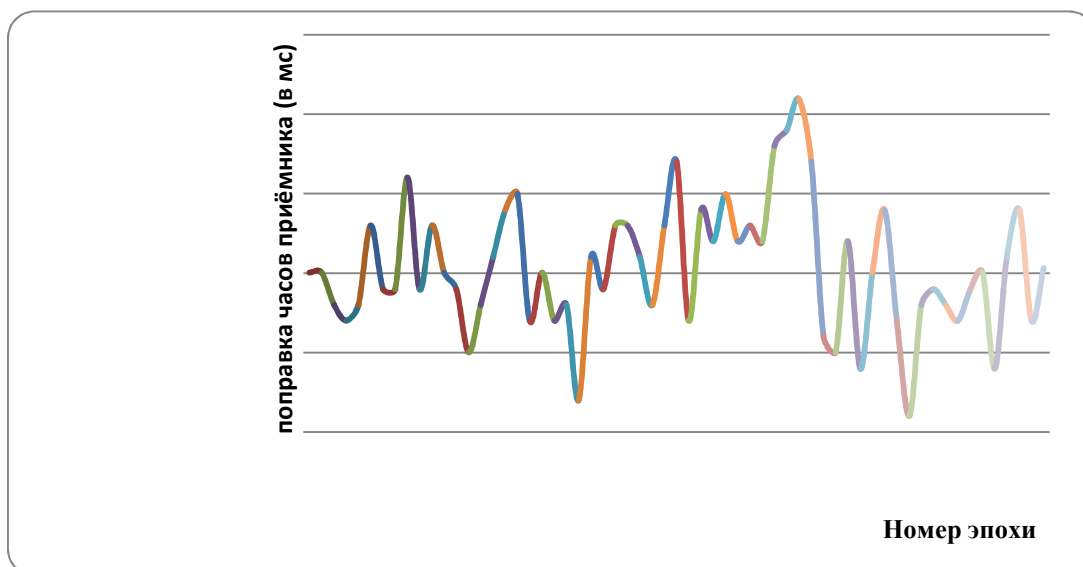


Рис. 1. Поправка часов приёмника Topcon NetG3

Затем из суточных файлов были отобраны 15-минутные отрезки наблюдений для спутников системы GPS в разные моменты времени (Таблица 2).

Таблица 2. Промежутки наблюдений и номера спутников

Пункт наблюдений	Период наблюдений (местное время)	№ спутника системы GPS
MDVJ	3:00 – 3:15	G01, G02, G05
NSKM	6:00 – 6:15	G02
	14:00 – 14:15	G17

Для вычисления координат спутников и геометрических дальностей был использован файл навигационного сообщения. Фазовые псевдодальности были переведены в линейную меру путем умножения на соответствующую длину волны $\lambda = c/f$. При вычислениях принято: $c = 299792458$ м/с, $f_{L1} = 1575.42$ МГц, $f_{L2} = 1227.60$ МГц.

Затем были образованы первые разности между геометрическими дальностями ($\Delta\rho$) и фазовыми псевдодальностями ($\Delta\Phi$), между ними также образованы разности (рисунки 2 и 3):

$$\Delta\rho\Phi = \Delta\rho - \Delta\Phi \quad (6)$$

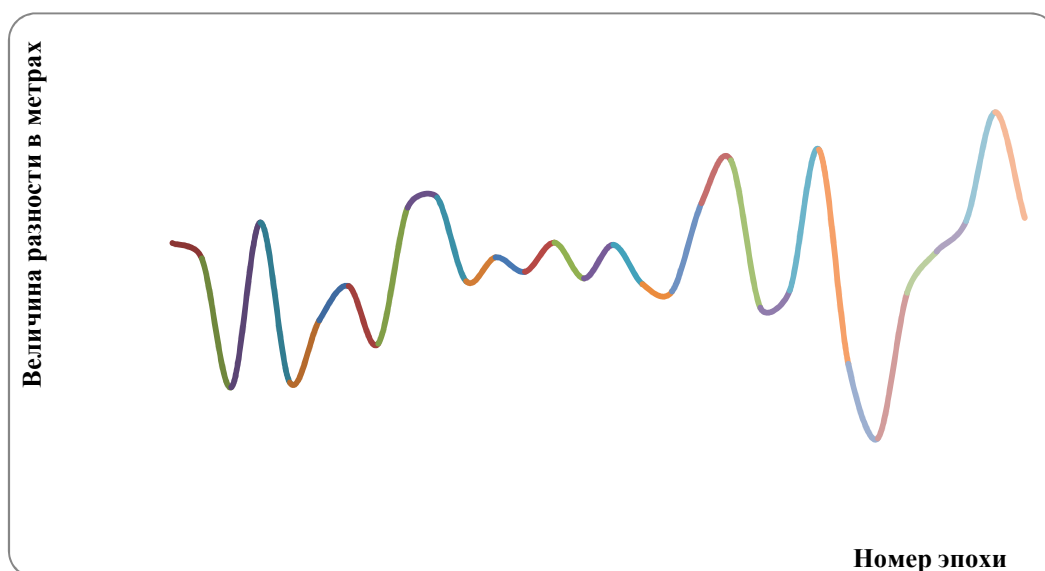


Рис. 2. Величина разности $\Delta\rho\Phi$ в метрах для спутника G02 на пункте MDVJ (Менделеево)

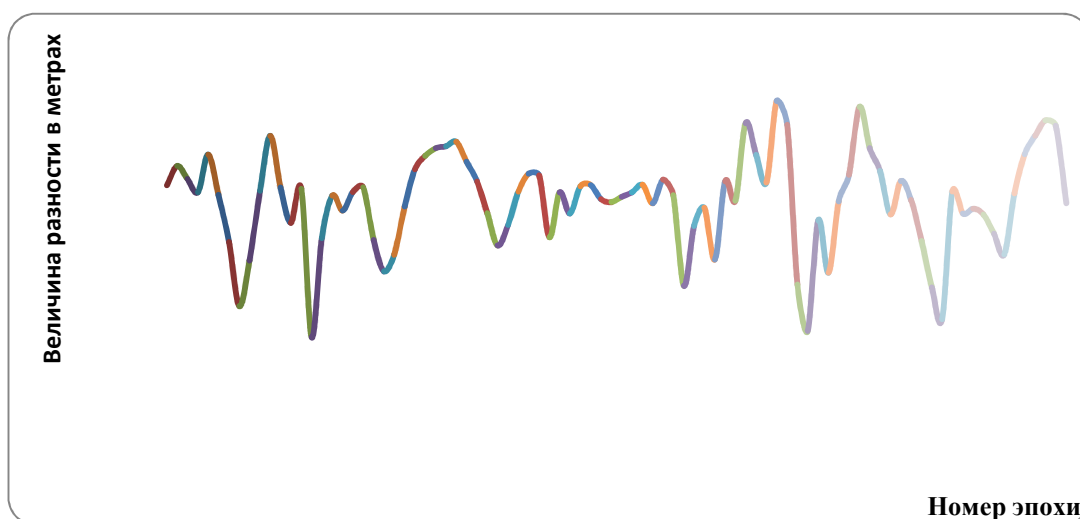


Рис. 3. Величина разности $\Delta\rho\Phi$ в метрах для спутника G02 на пункте NSKM (Новосибирск)

Из рисунков 2 и 3 видно, что при дискретности наблюдений в 30 с на пункте MDVJ (Менделеево) максимальная величина разности не превышает 10 см, а при интервале наблюдений в 10 секунд на пункте NSKM (Новосибирск) максимальная величина разности не превышает 5 см. Подобные результаты были получены и для других спутников системы GPS. Из этого можно сделать вывод о том, что данный алгоритм можно использовать для контроля и восстановления фазы несущей при ГНСС – наблюдениях. Чувствительность метода находится на уровне половины длины волны несущей (то есть порядка 10 см).

Спектр применения предложенного алгоритма видится очень широким. Он может быть применен для сглаживания P-кодовых псевдодальностей по фазе

несущей, для исследования ионосферной и тропосферной задержки, для построения и анализа модели локальной ионосферы на заданную территорию, исследования движения спутников в гравитационном поле Земли, определения и характера изменения величины многопутности, эффекта отображения, которые сложно описать какими либо моделями, исследование шумов приёмника.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии [Текст] (том 1). – М.: Картгеоцентр; Новосибирск: Наука. – 2005. – 334 с
2. Антонович К.М. Об одной возможности контроля непрерывной фазы несущей при ГНСС наблюдениях [Текст] / К.М. Антонович, Н.С.Косарев // Сборник Материалов межд. науч. конгресса «ГЕО-Сибирь-2011», 19-29 апреля 2011 г., Новосибирск, Т. 1, Ч. 2. – Новосибирск: СГГА, 2011. – С. 164-168.
3. RTKLIB version 2.4.1. Manual [Electronic resource] / Режим доступа: http://www.rtklib.com/prog/manual_2.4.1.pdf.
4. Tomoji Takasu, Akio Yasuda. Development of the low-cost RTK-GPS receiver with an open source program package RTKLIB [Electronic resource] / Tomoji Takasu, Akio Yasuda. - 2009. – Режим доступа: http://gpspp.sakura.ne.jp/paper2005/isgps_2009_rtklib_revA.pdf.

© К.М. Антонович, Н.С. Косарев, 2012

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ТОЧНОГО ТОЧЕЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ДЛЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ

Станислав Олегович Шевчук

ФГУП «Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и Минерального сырья», 630108 Новосибирск Красный проспект, 67, инженер отдела геодезического обеспечения геолого-геофизических работ, тел. (383)22-45-86, e-mail: staspp@211.ru

В статье проведены исследования метода точного точечного позиционирования (PPP) в режиме быстрой статики и кинематики с целью оценки возможности его применения для геодезического обеспечения геолого-геофизических работ.

Ключевые слова: GPS, Precise Point Positioning, PPP, метод обработки, двухчастотные измерения, точность позиционирования, статика, кинематика.

RESEARCHING OF PRECISE POINT POSITIONING TECHNIQUE FOR GEODETIC SUPPORT OF GEOLOGIC AND GEOPHYSIC PROSPECTING WORKS

Stanislav O. Shevchuck

Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Raw Materials (SNIIGGiMS), 67 Krasniy Prospekt, Novosibirsk, 630108, Russian Federation, tel.: (383)22-45-86, e-mail: staspp@211.ru

The article researches Point Precise Positioning (PPP) technique in rapid static and kinematic modes to assess the possibility it for applications to geodetic support of geological and geophysical prospecting works.

Key words: GPS, Precise Point Positioning, PPP, processing technique, dual-frequency, accuracy of positioning, static, kinematic.

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 даже миллиметров [1,2].

В настоящее время за счёт развития систем информационной поддержки ГНСС, точность позиционирования абсолютным методом может быть значительно повышена за счёт применения точных апостериорных параметров орбит (эфемерид) и поправок к спутниковым часам. Это является основой метода высокоточного точечного позиционирования PPP (Point Precise Positioning). Данный метод обеспечивает сантиметровую точность позиционирования при постобработке [3,4]. Главным преимуществом данного метода является отсутствие затрат на размещение базовых станций или заказа платных дифференциальных RTK-поправок.

Реализовать метод PPP можно в специальном ПО (WayPoint GrafNav, GIPSY, Bernese) только для измерений двухчастотных кодово-фазовых приёмников (хотя ведутся исследования и для одночастотных [5]).

Файлы эфемерид и часов можно получить с серверов международной службы глобальных навигационных спутниковых систем (IGS – International GNSS Service). IGS является международной научной организацией, получающей посредством обработки измерений сети ГНСС-станций различные информационные данные, применяемые как в научных, так и практических целях [6]. В сеть активных станций IGS входит более 350 постоянно действующих приёмников с фиксированными координатами в системе ITRF. На территории Российской Федерации располагается более 12 станций IGS.

Файлы эфемерид и часов загружаются на сервера IGS через Интернет с определёнными задержками. Доступ к ним бесплатный (кроме поправок, которые можно заказать для получения в реальном времени).

С типами данных, предоставляемых IGS и задержками их получения можно ознакомиться на сайте организации [7].

В данной статье представлена обработка по быстрым (Rapid) и окончательным (Final) файлам орбит и поправок к часам. Точность (СКП) в обоих случаях составляет 2.5 см для орбит и 0,075 нс – для спутниковых часов. «Быстрые» файлы доступны уже на следующие сутки по Гринвичу, однако получены с учётом меньшего количества станций. Окончательные файлы орбит и часов спутников (включая орбиты спутников ГЛОНАСС с точностью 5 см) доступны через 12-18 суток [7].

В данной статье проведены исследования метода PPP с целью оценки возможности его применения для геодезического обеспечения геолого-геофизических работ.

Исследования проводились с двухчастотной GPS/ГЛОНАСС аппаратурой NovAtel DL-V3 и Leica GS10, обработка данных осуществлялась в программе WayPoint GrafNav.

Первый этап исследований включал в себя выполнение статических измерений на трёх эталонных реперных пунктах, расположенных в условиях открытой для прохождения спутниковых сигналов местности. Эти исследования были направлены на определение необходимого для получения сходящегося решения по PPP в режиме быстрой статики.

Было проведено по 6 сеансов продолжительностью 1, 10, 30 и 60 минут с интервалом записи данных 1 секунда. Обработка производилась по быстрым (Rapid) и окончательным (Final) файлам эфемерид и часов.

Для оценки надёжности решения создателями программного обеспечения GrafNav был введён коэффициент Q, далее приводимый в тексте статьи для удобства оценки результатов измерений:

- Фиксированное целое решение, $Q=1$ (точность 0 - 0,15 м);
- Зашумлённое целое или сходящееся плавающее решение, $Q=2$ (точность 0,05 - 0,4 м);
- Сходящееся плавающее решение, $Q=3$ (точность 0,2 - 1 м);
- Сходящееся плавающее решение, $Q=4$ (точность 0,5 - 2 м);

- Плавающее DGPS-решение (по коду), $Q=5$ (точность 1 - 5 м);
- Плавающее DGPS-решение (по коду), $Q=6$ (точность 2 - 10 м);

Погрешности результатов измерений, обработанных по быстрым и окончательным поправкам приведены в таблице 2.

Таблица 2. Значения СКП местоположения в плане (m_l) и по высоте (m_h) результатов измерений в абсолютном режиме с постобработкой по алгоритму PPP с использованием быстрых и окончательных поправок

Продолжительность сеанса	Q	СКП			
		Быстрые поправки		Окончательные поправки	
		m_l , м	m_h , м	m_l , м	m_h , м
1 мин	6	2,015	2,457	2,215	3,204
10 мин	3,4	0,680	0,636	0,701	0,579
30 мин	2	0,415	0,679	0,404	0,662
60 мин	2	0,071	0,377	0,066	0,377

В результате сделан вывод, что для получения решения с точностью в плане порядка нескольких сантиметров, сеансы наблюдений должны иметь продолжительность не менее часа, что подтверждает исследования, приведённые в [4]. По необходимой продолжительности наблюдений метод PPP проигрывает относительному и дифференциальному методам.

Из таблицы 2, также видно, что различия между результатами обработки по быстрым и окончательным поправкам при фазовом решении составляют единицы сантиметров.

На следующем этапе исследований были проведены измерения в условиях различной сложности приёма спутниковых сигналов на семи эталонных реперах, расположенных в открытой местности, около препятствий (граница леса) и в залесённой местности (смешанный лес с преобладанием деревьев хвойных пород). Данные исследования важны в первую очередь для оценки возможности применения метода PPP для геодезического обеспечения геолого-геофизических исследований, зачастую проводимых в сложных физико-географических условиях.

Продолжительность наблюдений составляла 45 минут, угол горизонта задавался при обработке и составлял 15° .

Для сравнения была произведена обработка относительным методом с базовой станцией Leica GS-10. Величина базовой линии составляла от 12,5 до 20 км. В качестве ровера в данном эксперименте выступал приёмник NovAtel DL-V3 и второй приёмник Leica GS-10. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3. Значения СКП результатов измерений с постобработкой по алгоритму PPP и относительным методом в различных условиях приёма сигнала

Местность	Приёмник	Относительный метод			Метод PPP по окончательным поправкам		
		Q	m _{пл} , м	m _н , м	Q	m _{пл} , м	m _н , м
Открытая местность	NovAtel DL-V3	2	0,04	0,08	2	0,27	0,69
	Leica GS10	2	0,03	0,17	2	0,32	1,23
Граница леса	NovAtel DL-V3	2	0,10	0,64	2	0,36	0,93
	Leica GS10	2	0,03	0,18	2	0,45	1,23
Хвойный лес	NovAtel DL-V3	3-6	2,40	3,02	3-6	2,74	3,55
	Leica GS10	2-4	2,29	2,41	2-4	1,94	0,84

Примечание: в таблице 3 не приводятся погрешности для данных, обработанных методом PPP по быстрым файлам поправок, т.к. их разности с результатами обработки по окончательным данным не превышали 2 см.

В случае выполнения измерений на границе леса и в открытой местности, результаты, полученные относительным методом, оказались точнее результатов обработки по PPP. В лесу точности оказались примерно одинаковыми (2-3 м) для обоих режимов.

В заключение были проведены кинематические испытания с аппаратурой того же состава. Испытания проводились в Мошковском районе Новосибирской области на трассе М-53, приёмники закреплялись на крыше автомобиля. Заезды проводились в прямом и обратном направлении. Величина базовой линии для обработки измерений относительным методом составляла от 30 до 35 км.

Было выполнено три сеанса измерений в режиме непрерывной кинематики. Перед стартом записи трека проводилась статическая инициализация 25-40 минут.

Оценка точности кинематических данных является нетривиальной задачей. В данном случае была выполнена оценка точности по измеренным на местности расстояниям ширины дорожного полотна и оценка расхождений между соответственными точками треков, обработанных относительным методом и методом PPP.

Другими словами, оценка точности кинематических измерений по измеренным расстояниям заключалась в измерении расстояний между точками прямого и обратного направлений трека и сравнение его с шириной дорожного полотна, измеренной на местности на характерных участках дороги. На протяжении маршрута испытаний было выделено 10 характерных участков, для которых было выполнено измерение ширины проезжей части (L) с помощью лазерной рулетки. Для вычисления истинных отклонений между точками записанного трека и соответственных расстояний на местности, высчитывалась ширина трека (принимавшаяся как истинная) с учётом положения антенн

приёмников на автомобиле (L_1 , L_2), как показано рисунке 1. Результаты оценки точности для обработки обоими методами показаны в таблице 4.

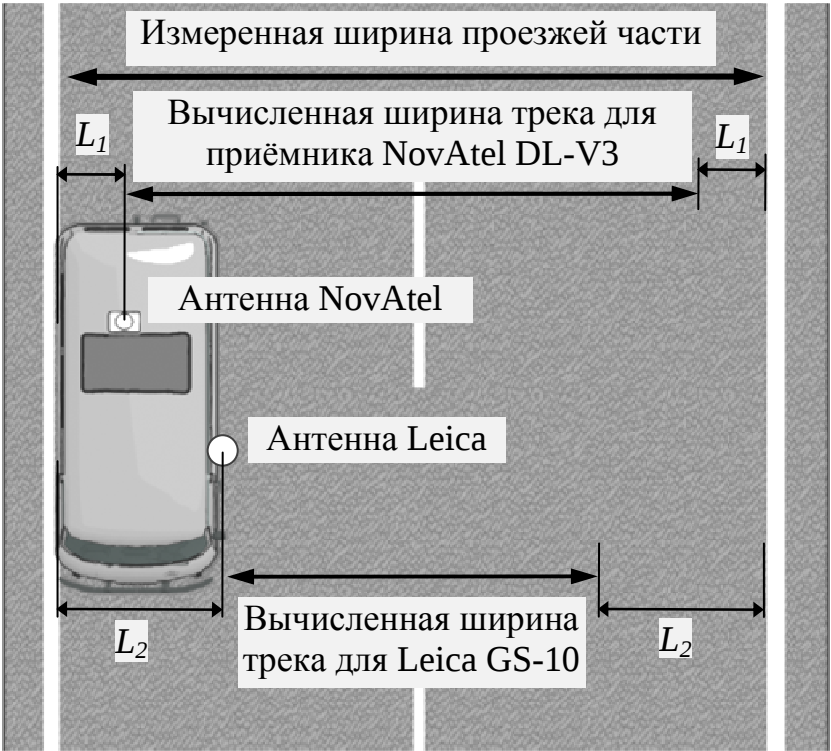


Рис. 1. Вычисление истинных расстояний между прямым и обратным направлениями треков

Таблица 4. Оценка точности кинематических измерений по измеренным расстояниям между прямыми и обратными направлениями

Метод	Истинные СКП в плане, м					
	NovAtel DL-V3			Leica GS-10		
	Трек1	Трек2	Трек3	Трек1	Трек2	Трек3
Относительный	0,80	0,77	0,83	0,80	0,67	0,92
PPP	0,72	0,72	0,64	0,52	0,48	0,75

Треки, полученные различными методами, имеют между собой сдвиги (в плане и по высоте). График разностей в положении точек трека по трём составляющим приведён на рисунке 2 (на примере трека 1 Leica GS-10).

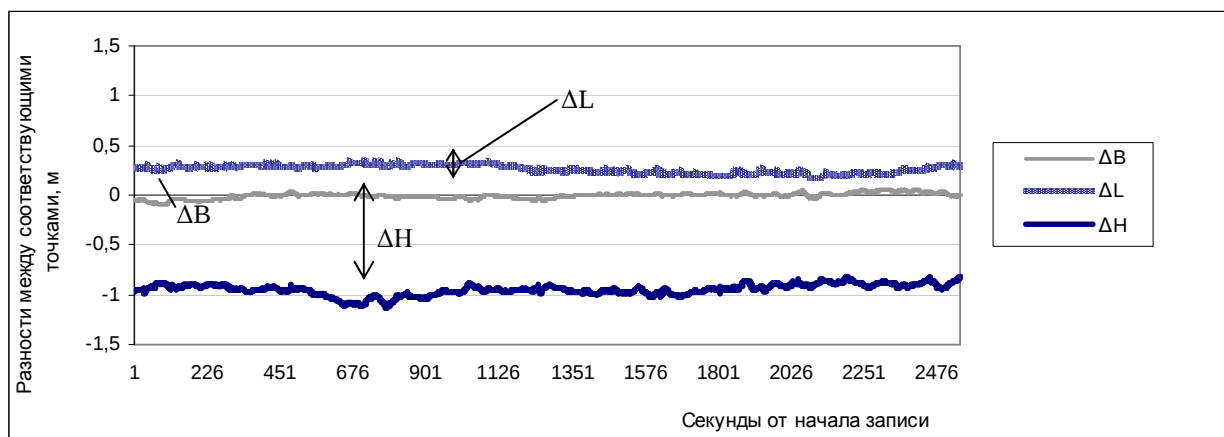


Рис. 2. Отклонения соответственных точек треков, полученных в результате обработки методом PPP и относительным методом (соответствует нулевому значению) на примере трека 1 приёмника Leica GS-10

В данном случае будем считать трек, обработанный относительным методом – истинным, и получим статистику разностей Δ_i и СКП отклонений точек трека, обработанного методом PPP, таблица 5.

Таблица 5. Отклонения точек треков, обработанных методом PPP от соответственных точек треков, полученных в результате обработки относительным методом

Величина		NovAtel DL-V3			Leica GS10		
		Трек 1	Трек 2	Трек 3	Трек 1	Трек 2	Трек 3
Средние значения разностей	$\Delta X_{\text{ср}}$	-0,544	-0,918	-0,788	-0,006	0,057	0,066
	$\Delta Y_{\text{ср}}$	-0,141	0,168	0,112	0,266	0,332	0,429
	$\Delta H_{\text{ср}}$	-1,081	-1,648	-0,963	-0,947	-0,868	-0,826
Максимальные разности	$\Delta X_{\text{макс}}$	-2,506	-1,732	-3,014	-0,098	0,179	0,180
	$\Delta Y_{\text{макс}}$	-0,850	0,977	1,618	0,337	0,440	0,514
	$\Delta H_{\text{макс}}$	-5,792	-4,834	-4,815	-1,128	-1,032	-0,966
СКП	m_X	0,644	0,958	0,840	0,029	0,072	0,076
	m_Y	0,310	0,253	0,238	0,269	0,335	0,431
	m_{XY}	0,714	0,990	0,873	0,271	0,343	0,437
	m_H	1,340	1,756	1,145	0,949	0,872	0,829

Данные, приведённые в таблице 5, а также на графике (см. рисунок 2) позволяют сделать выводы о систематическом характере погрешностей в измерениях, обработанных методом PPP, что, возможно, обусловлено разными отсчётными системами и погрешностями в исходных данных.

В результате проведённых исследований были сделаны следующие выводы:

- В штатных условиях, для получения надёжного и точного статического решения методом PPP необходимая продолжительность измерений составляет не менее 30 мин для дециметровой точности в плане и по высоте;

- При наблюдениях продолжительностью 60 мин возможно получение точности уровня нескольких сантиметров в плане и первых дециметров по высоте;

- Разности между решениями методом PPP по быстрым (Rapid) и окончательных (Final) файлам орбит и поправок к часам составляют единицы сантиметров, что позволяет сделать вывод о том, что во многих случаях достаточно получить быстрые файлы поправок, доступные уже через сутки после проведения измерений;

- При наличии единичных препятствий и частичном закрытии радиогоризонта (граница леса) точность метода PPP в режиме статики снижается незначительно и составляет единицы дециметров, однако такие результаты, возможно, получены в большей степени благодаря техническим и программным решениям самой аппаратуры;

- В залесённой местности, метод PPP (как и относительный) позволяет получить только кодовое решение точностью порядка нескольких метров;

- В кинематическом режиме точность в плане (полученная по расстояниям, измеренным на местности) находилась в пределах 0.5-0.9 м, однако имелись систематические погрешности (0.3-0.9 м в плане и 0.9-1.7 по высоте), если сравнивать с результатами измерений, обработанных относительным методом (возможно, из-за погрешностей пересчёта исходных данных).

Таким образом, основным достоинством метода PPP является возможность получения координат с точностью первых дециметров (и даже единиц сантиметров) в плане и по высоте без необходимости в наличии базовой станции с известными координатами, что значительно снижает затраты при организации полевых работ. Это особенно важно при проведении геолого-геофизических исследований, зачастую проводимых на труднодоступных территориях со слабо развитой инфраструктурой опорной геодезической сети.

Основными недостатками метода являются: необходимость доступа в Интернет; наличие задержек в получении информации; необходимостью для обработки; слабая адаптация под систему ГЛОНАСС; зависимость решения от качества данных, предоставляемых Международной GNSS-службой (IGS).

В целом, данный метод может использоваться для решения задач навигационно-геодезического обеспечения геолого-геофизических работ в случае, когда требуется достичь субметровой точности позиционирования в статике или кинематике.

Автор выражает благодарность сотрудникам отдела геодезического обеспечения геолого-геофизических работ ФГУП «СНИИГГиМС» за помощь в организации и проведении исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антонович, К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии [Текст]. В 2 т. Т. 2. Монография / К.М. Антонович; ГОУ ВПО «СГГА»; М.: ФГУП «Картгеоцентр», 2006. – 360 с.: ил.
2. Серапинас Б.Б. Глобальные системы позиционирования [Текст] / Б.Б. Серапинас М.: ИКФ «Каталог», 2002. – 106 с.
3. Виноградов, А.В. Оценка точности метода Precise Point Positioning и возможности его применения при кадастровых работах [Текст] / А.В. Виноградов, А.В. Войтенко, А.Ю. Жигулин // Геопрофи. – 2010. – №2. – с. 27 – 30.
4. 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.
5. Real-time single-frequency precise point positioning: accuracy assessment[Electronic resource] / Springer – Англ. – Режим доступа:
<http://www.springerlink.com/content/b2622458v5043642/fulltext.html>
6. About IGS [Electronic resource] / IGS Tracking Network – Англ. – Режим доступа:
<http://www.igs.org/overview/viewindex.html>.
7. IGS Data & Products [Electronic resource] / IGS Tracking Network – Англ. – Режим доступа: <http://igscb.jpl.nasa.gov/components/prods.html>.

© С.О. Шевчук, 2012

ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ УЗБЕКИСТАНА

Эркин Рахимжанович Мирмахмудов

Национальный Университет Узбекистана, 100097, Узбекистан, г. Ташкент, массив Алгоритм 1-106, кандидат технических наук, доцент кафедры геодезии, картографии и кадастра, тел. (998-97) 111-19-58, e-mail: erkin_mir@yahoo.com

Дилбархон Шамуродовна Фаилова

Астрономический институт Академии Наук Республики Узбекистан, 180700, Узбекистан, Кашкадарьинская область, г. Китаб, ул. Мукумий, 37, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, тел. (998-97) 402-46-80, e-mail: kitab@intal.uz

В статье рассматриваются вопросы построения опорной координатной системы Республики Узбекистан, развития современных пакетов программ обработки высокоточных измерений.

Ключевые слова: национальная опорная геодезическая сеть, GNSS станция.

PROBLEMS OF USING GNSS DATA FOR THE BUILDING OF UZBEKISTAN GEODETIC NETWORK

Erkin R. Mirmakhmudov

National University of Uzbekistan, 100097, Algorithm 1-106, Tashkent, Uzbekistan, assistant professor of department of geodesy, cartography and cadastre, P.h.D., tel. (998-97) 111-19-58, e-mail: erkin_mir@yahoo.com

Dilbarkhon Sh. Fazilova

Astronomical Institute of Uzbek Academy of Sciences, 180700, Kitab, Kashkadarinskaya oblast, Kitab, Mukumi, 37, senior scientist, P.h.D., tel. (+998-97) 402-46-80, e-mails: kitab@intal.uz

In the article the questions of construction of height coordinate system of Uzbekistan, development of modern packages of software of processing of the high-accuracy measurements are considered.

Key words: national geodetic reference network, GNSS station.

Геодинамические исследования с использованием GPS-измерений в Тянь-Шанском регионе начались с 1992 года. Сеть из 90 пунктов (CATS) и площадью примерно 1200x1800 км² охватывала основную часть Тянь-Шаня, Тарима и северного Памира. В Узбекистане были заложены 14 из них, среди которых Ангрен, Адрасман, Бешарык, Байсун, Кафирниган. В 2002 году на основании совместного соглашения между Научной станцией РАН, Институтом Сейсмологии АН РУз и Национальным Университетом Узбекистана им. Мирзо Улугбека были заложены еще 35 GPS-пунктов в орогенной части Узбекистана, и проведен первый цикл измерений. К сожалению, дальнейшие работы по измерению этих сетей были приостановлены.

Применение спутниковых навигационных средств играет важную роль в создании единого координатно-временного обеспечения территории Республики Узбекистан. Основными техническими средствами, составляющими систему наземных спутниковых наблюдений, являются глобальные навигационные спутниковые системы (GNSS), лазерные дальнометры (АЗТ24Э-А), орбитографическая спутниковая система DORIS. С помощью этих средств предполагается решить задачу построения спутниковой геодезической сети Узбекистана. Государственный комитет Республики Узбекистан по земельным ресурсам, геодезии, картографии и государственному кадастру совместно с институтами Академии наук РУз разработал проект построения государственной спутниковой геодезической сети [1]. В ходе проекта предусмотрено закладка пунктов: референцных (РГП), спутниковой геодезической сети 0-го класса (СГС-0), спутниковой геодезической сети 1-го класса (СГС-1) и предварительные GPS измерения на постоянно действующих базовых станциях (ПДБС). Для обработки и уравнивания геодезической сети Узбекистана было предложено использовать программный комплекс Bernese.

В качестве модели микросети был выбран Таваксайский геодинамический полигон, расположенный на стыке Каржантауского разлома и Чирчикской впадины [2]. Особого внимания представляет макроустойчивость берегов реки Чирчик и ложа Газалкентского водохранилища, так как при их наполнении возрастает давление на горные породы, что приводит к росту сейсмической активности микроплит. В период 1991-1994 гг. на Таваксайском полигоне проводились полевые структурно-геологические исследования молодых и сейсмогенных участков. Появление новых навигационных приемников побудило к переизмерению координат пунктов на Таваксайском полигоне в 2001-2002 гг. Обработка результатов измерений показала, что дрейф полигона в двух циклах, в целом, незначителен. Однако у некоторых пунктов выявлены движения, превышающие допустимую ошибку, а вертикальное смещение находится в пределах ошибок измерений. После обработки каждого цикла были получены координаты относительно исходных пунктов методом трансформирования из системы WGS-84 в СК-42, и по полученным разностям координат составлялись схемы колебаний реперов.

Таблица 1. Горизонтальные и вертикальные смещения некоторых точек на Таваксайском геодинамическом полигоне

Станция	Горизонтальное смещение, мм	Вертикальное смещение, мм
1339	28	-41
8167	28	-47
Скала	27	-56
Высота	32	-43
Ферма	36	-24
Астропункт	27	-33
Новый	27	-62

Фундаментальной основой пунктов спутниковой геодезической сети могут быть астропункты бывшей Международной широтной станции (KIT3, IGS, г.Китаб) и Астрономического института АН РУз. (г. Ташкент), а также пункты проекта SATS. Высокая точность и частота обновления координат IGS-станций позволяет обнаружить изменения координат, вызванные внешними факторами. Комбинированное использование классических, GPS, DORIS данных и результатов измерений по проектам SATS даст достоверную информацию для вычисления координат и уравнивания спутниковой геодезической сети Узбекистана.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белевич, С.В. Бекбаев, Г.К. Совершенствование национальной геодезической сети Республики Узбекистан с использованием приборов спутникового позиционирования [Текст] /С.Белевич // Земельные ресурсы Казахстана.-2006.-№37-С.11-12.
2. Ярмухамедов А.Р., Ирушкин С.А., Абдуллаев Ш.Х. О современных тектонических движениях земной коры на Таваксайском полигоне. [Текст] / А. Ярмухамедов // Узб. геол. журн. № 2-1994 - С.18-22.

© Э.Р. Мирмахмудов, Д.Ш. Фазилова, 2012