

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГОУ ВПО «СИБИРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ»

ГЕО-СИБИРЬ-2011

Т. 1

ГЕОДЕЗИЯ, ГЕОИНФОРМАТИКА, КАРТОГРАФИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ

ч. 2

Сборник материалов
VII Международного научного конгресса

Новосибирск
СГГА
2011

УДК 528:528.9:622.1
С26

Ответственные за выпуск:

Доктор технических наук, профессор, ректор СГГА, Новосибирск
А.П. Карник

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

С26 ГЕО-Сибирь-2011. Т. 1. Геодезия, геоинформатика, картография,
маркшейдерия. Ч. 2 : сб. матер. VII Междунар. научн. конгресса «ГЕО-Сибирь-
2011», 19–29 апреля 2011 г., Новосибирск. – Новосибирск : СГГА, 2011. – 228 с.

ISBN 978-5-87693-453-6 (т. 1, ч. 2)

ISBN 978-5-87693-442-0 (т. 1)

ISBN 978-5-87693-437-6

В сборнике опубликованы материалы VII Международного научного
конгресса «ГЕО-Сибирь-2011» направления «Геодезия, геоинформатика,
картография, маркшейдерия».

Печатается по решению Редакционно-издательского совета СГГА
Материалы публикуются в авторской редакции

УДК 528:528.9:622.1

ISBN 978-5-87693-453-6 (т. 1, ч. 2)

ISBN 978-5-87693-442-0 (т. 1)

ISBN 978-5-87693-437-6

© ГОУ ВПО «Сибирская государственная
геодезическая академия», 2011

СОДЕРЖАНИЕ

Комедчиков Н.Н., Краюхин А.Н., Савиных В.П., Тикунов В.С. Преемственность традиций и новые задачи картографии в России	9
Комедчиков Н.Н., Котляков В.М., Краюхин А.Н., Тикунов В.С. Итоги и перспективы атласной картографии в России в начале нового тысячелетия.....	16
Коптев А.В., Пластинин Л.А. Методика создания системы полевых эталонов среднего Приангарья в целях дешифрирования таежных ландшафтов на аэрокосмических снимках	24
Лисицкий Д.В., Бугаков П.Ю. Теоретические основы построения трехмерных картографических изображений	29
Лисицкий Д.В., Комиссарова Е.В., Утробина Е.С., Колесников А.А., Сизикова Т.С. Сущность мультимедийной картографии	38
Лисицкий Д.В., Колоткин М.Н., Комиссарова Е.В., Ракунов В.А., Колесников А.А., Сизикова Т.С. Методика подготовки картографических материалов для использования в мультимедийных приложениях, ориентированных на отображение динамики исторических событий.....	44
Лисицкий Д.В., Комиссарова Е.В., Утробина Е.С., Колесников А.А., Сизикова Т.С. Общие технологические схемы создания географического мультимедийного атласа и географической мультимедийной карты.....	48
Дышлюк С.С., Николаева О.Н., Ромашова Л.А., Сухорукова С.А. Научно- методические основы формализации процессов составления тематических карт для реализации в ИСА ГИС	52
Мандругин В.В., Архипенко О.П. WebGIS как результат интеграции геоинформационных систем и интернет-технологий.....	58
Надыров И.О. Отражение концепции времени на анимированных картах	61
Новоселов Д.Б., Новоселова В.А. Использование трехмерных виртуальных моделей местности в учебном процессе.....	67
Нольфина М.А. Выбор способов отображения содержания сельскохозяйственных карт	73
Олзоев Б.Н., Дархаева Л.В., Ермоленко В.М. Особенности технологии создания электронных рекреационно-туристских карт	76
Осипов В.В. Анализ методов создания цифровых моделей поверхностей.	82
Петухова Т.А. Геометрическое моделирование линии на топографической поверхности	87
Пикузо Ю.Б., Ушаков А.О. Использование сервера Ирбис-64 как системы сбора геодезической информации	91
Ступин В.П., Паженцева А.О., Ланина Л.П. Возможности данных дзз открытого доступа для картографирования морфосистем водохранилищ Ангарского каскада	95
Телегина М.В. Создание геоинформационной системы «StudyMap»	101
Титов С.С., Вдовин А.И. О методике создания растровых	

мультимасштабных ГИС для широкого круга пользователей на основе цифровых топографических карт (ЦТК)	106
Хайрудинова Н.Ш. Применение 3D ГИС для целей регистрации объектов недвижимости.....	112
Карпан В.В., Никитин В.Н. Разработка технологии создания и обновления картографических данных в «Информационной системе поддержки и развития международных связей регионов»	115
Писарев В.С. Разработка структуры макета ИСА ГИС.....	122
Сарангэрэл У., Энхтувшин Б. Геоинформационная картография.....	128
Зайченко С.А., Потанин М.Ю., Потапов Г.В. Геосервисы оперативного мониторинга для раннего предупреждения и управления ЧС	132
Соромотин А.В., Макеев В.Н., Гертер О.В., Пислегин Д.В. Анализ деятельности научных организаций в решении экологических проблем на территории Тюменской области	135
Ротанова И.Н., Ведухина В.Г., Ловцкая О.В., Курепина Н.Ю. Геоинформационные системы для решения проблем водно-экологической безопасности: опыт на примере Обь-Иртышского бассейна.....	146
Ротанова И.Н., Николаева О.П. ГИС в обеспечении эколого-рекреационной безопасности населения	152
Малинников В.А., Оберст Ю., Виллнер К., Гречищев А.В. Технология спектрозонального картографирования поверхности Фобоса по данным Mars Express.....	157
Павлушкин С.В., Горбунов А.С. Внедрение электронных навигационных карт рек Обского бассейна	159
Владыкина А.В. Картографирование комплексных показателей регионального развития (на примере Сибирского федерального округа)	163
Ященко А.И., Бурцев А.В., Дорофеев А.А. Автоматизированный дистанционный мониторинг исторического памятника архитектуры, здания «Средние торговые ряды», Красная площадь, д. 5	167
Понько В.А. Предупреждение кризисных и чрезвычайных ситуаций на основе методологии космогеоэкопрогноза.....	175
Антонович К.М., Косарев Н.С. О возможности контроля непрерывной фазы несущей при ГНСС наблюдениях.....	184
Фазилова Д.Ш., Мирмахмудов Э.Р. Построение базовой линии Китаб – Ташкент геодезической сети Узбекистана по результатам GPS-измерений.....	189
Прихода А.Г., Лапко А.П., Шевчук С.О., Мальцев Г.И. Навигационно-геодезическое обеспечение геолого-геофизических работ с использованием глобальных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS	194
Гиенко Е.Г., Решетов А.П., Струков А.А. Исследование точности получения нормальных высот и уклонов отвесной линии на территории Новосибирской области с помощью глобальной модели геоида	

EGM2008	201
Шендрик Н.К. Методика оценки качества измерений постоянно действующих базовых станций СРНС.....	207
Овчинников С.С. Влияние электромагнитных полей, формируемых коронными разрядами высоковольтных линий электропередач, на точность показаний электронных геодезических приборов.....	212
Синякин А.К., Кошелев А.В., Овчинников С.С. Оценка потенциальной помехоустойчивости сигналов в спутниковых навигационных системах	217
Сурнин Ю.В. О создании активной координатно-гравитационной основы на ограниченном участке земной поверхности с помощью ГЛОНАСС/GPS-измерений	220
Середович В.А., Середович А.В., Иванов А.В., Горохова Е.И., Мифтахудинова О.Р. Возможности применения наземного лазерного сканирования для контроля ремонта и строительства дорог.....	232
Середович А.В., Иванов А.В., Дементьева О.А. Применение программного продукта RISCAN PRO для регистрации сканов.....	237
Середович В.А., Середович А.В. Особенности, проблемы и перспективы применения НЛС	241
Середович А.В., Иванов А.В., Усиков А.В., Мифтахудинова О.Р. Выполнение обмеров строительных конструкций средствами наземного лазерного сканирования при обследовании зданий и сооружений	244

CONTENTS

Komedchikov N.N., Krayukhin A.N., Savinykh B.P., Tikunov V.C. Continuity of traditions and new tasks of cartography in Russia.....	9
Komedchikov N.N., Kotlyakov V.M., Krayukhin A.N., Tikunov V.C. Results and prospects of atlas mapping in Russia in the early 3rd millennium	16
Koptev A.V., Plastinin L.A. Method of establishment a system of field standards average Priangarie for interpretation of taiga landscapes on aerospace images.....	24
Lisitsky D.V., Bugakov P.Yu. Theoretical basis for 3D cartographic image development	29
Lisitsky D.V., Komissarova Ye.V., Utrobina Ye.S., Kolesnikov A.A., Sizikova T.S. Essence of multimedia cartography.....	38
Lisitsky D.V., Kolotkin M.N., Komissarova Ye.V., Rakunov V.A., Kolesnikov A.A., Sizikova T.S. Techniques for creating cartographic materials for multimedia applications aimed at historical events representation	44
Lisitsky D.V., Komissarova Ye.V., Utrobina Ye.S., Kolesnikov A.A., Sizikova T.S. General technological schemes for creating geographic multimedia atlas and map	48
Dyshlyuk S.S., Nikolayeva O.N., Romashova L.A., Sukhorukova S.A. Methodological basis for formalization of thematic mapping processes of reference-analytical GIS tool implementation	52
Mandrugin V.V., Arkhipenko O.P. WebGIS as result of integration of gis and internet technologies	58
Nadirov I.O. Temporal conception on animated maps	61
Novoselov D.B., Novoselova V.A. Use of three-dimensional virtual models of district in educational process	67
Nolfina M.A. Choosing the ways of agricultural maps contents representation	73
Olzoyev B.N., Darkhayeva L.V., Yermolenko V.M. Features of electronic recreation-tourism map-making technologies.....	76
Osipov V.V. Analysis of digital surface models development	82
Petukhova T.A. Geometrical modeling of the line on the topographic sureface	87
Pikuzo Yu.B., Ushakov A.O. Application of server ИРБИС-64 as a system for geodetic information collection	91
Stupin V.P., Pagenceva A.O., Lanina L.P. Possibility of free remote sensing data for mapping morfosystems of angara cascade reservoirs	95
Telegina M.V. Creation of geoinformation system «StudyMap»	101
Titov S.S., Vdovin A.I. Techniques of creating raster multiscale GIS for public at large on the basis of digital topographic maps.....	106
Khairudinova N.Sh. 3D GIS for registration of real property facilities	112
Karpan V.V., Nikitin V.N. Development of the technologies for creating and updating geospatial data in «Information system for supporting and developing international relations of the regions».....	115
Pisarev V.S. Model structure development for tool reference and anlytical GIS	122

Sarangerel U., Enkhtuvshin B. Geoinformation cartography	128
Zaichenko S.A., Potanin M.Yu., Potapov G.V. Geo-services of operational monitoring for early warning and disaster management	132
Soromotin A.V., Makeyev V.N., Gerter O.V., Pislegin D.V. Analysis of research organizations activities in solving ecological problems on the territory of Tyumen region.....	135
Rotanova I.N., Vedukhina V.G., Lovtskaya O.V., Kurepina N.Yu. Geoinformation systems for solving the problems of water-ecological safety (the Ob'-Irtys' basin as a case study)	146
Rotanova I.N., Nikolaeva O.P. GIS for ecological-recreational safety of population.....	152
Malinnikov V.A., Oberst Ju., Willner K., Grechishchev A.V. Multispectral mapping of surface of Phobos with Mars Express.....	157
Pavlushkin S.V., Gorbunov A.S. Adoption of electronic navigation maps Ob river basin.....	159
Vladykina A.V. Representation of regions development versatility indicators on the map (by the example of the North federal district).....	163
Yashchenko A.I., Burtchev A.V., Dorofeev A.A. The implementation of automated deformation of the monitoring during restoration and construction of architectural complexes Moscow Kremlin and Red square	167
Ponko V.A. Prevention of emergency situations due to the geo-ecological spatial prediction methodology	175
Antonovich K.M., Kosarev N.S. One way to control the continuous phase of carrier during GNSS observations	184
Fazilova D.Sh., Mirmakhmudov E.R. Construction of Uzbekistan geodetic network baseline on base GPS measurements	189
Prihoda A.G., Lapko A.P., Shevchuck S.O., Malcev G.I. Navigation and geodetic maintenance of geologic and geophysical works with the use of global satellite systems GLONASS and GPS	194
Giyyenko Ye.G., Reshetov A.P., Strukov A.A. Research of normal height and vertical deviation determination accuracy on Novosibirsk region territory by the global model of geoid EGM2008.....	201
Shendrik N.K. Techniques for estimating measurement quality of permanent satellite radio navigation stations.....	207
Ovchinnikov S.S. Effect of electromagnetic fields induced by corona discharges of high-voltage lines on the reading accuracy of electronic geodetic instruments	212
Sinjakin A.K., Koshelev A.V., Ovchinnikov S.S. The estimation of the potential stability signaling hindrances in navigation system of satellites.....	217
Surnin Yu.V. Development of the active coordinate and gravitational base on the limited area of the earth's surface by GLONASS/GPS measurements	220
Seredovich V.A., Seredovich A.V., Ivanov A.V., Gorokhova Ye. I., Miftakhudinova O.R. Possibilities of applying terrestrial laser scanning for roads construction and repairs.....	232

Seredovich A.V., Ivanov A.V., Dementyeva O.A. RISCAN PRO software product application for scan registration.....	237
Seredovich V.A., Seredovich A.V. Terrestrial laser scanning: features and application prospects	241
Seredovich A.V., Ivanov A.V., Usikov A.V., Miftakhudinova O.R. Terrestrial laser scanning measurement of building structures under examination ...	244

УДК 528.8

Н.Н. Комедчиков, А.Н. Краюхин, В.П. Савиных, В.С. Тикунов

Институт географии РАН, ПКО «Картография», МИИГАиК, МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

e-mail: nnk@rambler.ru; pko@atkar.ru; president@miigaik.ru;
tikunov@geogr.msu.ru

ПРЕЕМСТВЕННОСТЬ ТРАДИЦИЙ И НОВЫЕ ЗАДАЧИ КАРТОГРАФИИ В РОССИИ

Кратко анализируется история развития картографии в России и рассматривается её роль и важнейшие задачи в современном обществе.

N.N. Komedchikov, A.N. Krayukhin, B.P. Savinykh, V.C. Tikunov

e-mail: nnk@rambler.ru; pko@atkar.ru; president@miigaik.ru;
tikunov@geogr.msu.ru

CONTINUITY OF TRADITIONS AND NEW TASKS OF CARTOGRAPHY IN RUSSIA

The history of the cartography development in Russia is briefly analyzed; the role of cartography and its most important tasks in modern society are considered.

Современное состояние и перспективы развития отечественной картографии определяются не только революционными изменениями в электронных (компьютерных) технологиях, но и во многом тем багажом знаний, традиций, методологий и методик картографирования и оформления карт, которые сложились на протяжении более чем 300-летней истории развития научной картографии в России и вывели её в передовые картографические державы мира. История отечественной картографии – блестящий образец соединения научной географической и картографической мысли с практической картографической деятельностью, которая выразилась в создании выдающихся картографических произведений, составившие гордость отечественной картографии и снискавшей ей мировую славу. Перечень картографических произведений, ставших своеобразными вехами развития отечественной картографии велик. Среди них особого внимания заслуживают первый рукописный русский атлас С. У. Ремезова под названием «Чертежная книга Сибири» (1701 г.), обобщивший результаты географических открытий XVII в.; первый академический атлас – «Атлас Российской, состоящий из девятнадцати специальных карт...» (1745 г.) – первое полное собрание составленных на научной основе карт нашего государства; «Большой советский атлас мира» (1937, 1939 гг.); многотомные «Морской атлас» (1950, 1953, 1958–1963 гг.) и «Атлас океанов» (1974, 1977, 1980, 1993, 1996, 2005 гг.); «Атлас мира» (1954,

1967, 1999 гг.) – наиболее полный по объёму содержащейся в нём общегеографической информации среди опубликованных мировых атласов; «Физико-географический атлас мира» (1964 г.), который по объёму своего научного содержания и глубине разработки не имел предшественников в мировой картографии; атлас «Природа и ресурсы Земли» (1998 г.), в котором подведён итог географическим знаниям о нашей планете в преддверии третьего тысячелетия; «Атлас снежно-ледовых ресурсов мира» (1997 г.); атласы Арктики (1985 г.) и Антарктики (т. I, 1966; т. II, 1969 гг.); «Атлас народов мира» (1964 г.), впервые в мире давший обстоятельную этническую картину всего земного шара; геолого-геофизические атласы океанов; четырёхтомный «Национальный атлас России» (2004–2009 гг.); комплексные региональные атласы Тюменской области (т. I, 1971; т. II, 1976 гг.), Алтайского края (т. I, 1978; т. II, 1980 гг.), Курильских островов (2009 г.), а также государственные карты масштаба 1:1 000 000 – общегеографическая, геологическая, почвенная, «Гипсометрическая карта СССР» масштаба 1:2 500 000 (1949 г.), серии карт для высших учебных заведений и многие-многие другие. Их роль в информационном обеспечении социально-экономического развития страны, решения военно-политических и внешнеполитических вопросов, для научной и образовательной деятельности трудно переоценить. В этих фундаментальных картографических произведениях проведено гигантское обобщение и синтез накопленных знаний по глобальному мониторингу, не только нашей страны, но всей планеты. Опыт их создания уникален и будет всегда находиться в центре внимания и изучения многих поколений географов и картографов, служить им образцами при создании новых карт и атласов.

Огромный вклад в развитие методов картографирования, в разработку содержания и оформления географических карт и атласов внесли сотни картографов, географов, геологов, почвоведов. Имена С.У. Ремезова, И.К. Кирилова, М.В. Ломоносова, А.М. Вильбрехта, Ф.Ф. Шуберта, Ф.И. Соймонова, А.И. Нагаева, И.А. Стрельбицкого, А.А. Тилло, А.А. Ильина, Ю.М. Шокальского, Ф.Н. Красовского, Н.Н. Баранского, Л.И. Прасолова, И.П. Герасимова, Н.С. Шатского, А.А. Борзова, И.П. Заруцкой, К.А. Салищева, В.Б. Сочавы, Е.М. Лавренко, А.А. Лютого и многих других навсегда вошли в золотой фонд отечественной картографии.

Картография в России всегда была «государевым» делом. Она находилась в центре внимания правительственных органов и даже первых лиц страны, в силу своей высокой значимости для экономического развития страны, обороны, военно-морского дела, образования и науки. Вспомним в связи с этим, например, участие Петра I в съёмке реки Дона, деятельность председателя Совнаркома В. И. Ульянова (Ленина) по созданию атласа России, работы обер-секретаря Сената И. К. Кирилова по топографической съёмке страны и его «Атлас Всероссийской империи» (1734 г.). Особая государственная значимость картографии отражалась не только в создании специальных государственных органов и учреждений по картографии, но даже и в названиях самих карт – крупнейших государственных картографических произведений – «Государственная карта СССР масштаба 1:1 000 000», «Государственная

геологическая карта» масштаба 1:1 000 000, «Государственная почвенная карта» масштаба 1:1 000 000. Все эти карты издавались на основе специальных постановлений высших органов власти страны. Государственный характер создаваемых карт был подчеркнут уже в «Генеральном регламенте или уставе» 1720 г. для государственных коллегий в главе XLVIII «О ландкартах или чертежах государевых».

Основная роль в картографировании страны с 1740-х гг. и до конца XVIII в. принадлежала Академии наук, в которой специально для этих целей в 1739 г. был учрежден Географический департамент. С 1797 г. систематические научные картографические работы проводились, в основном, в Депо карт Генерального штаба, преобразованном в 1822 г. в Корпус военных топографов. Создание морских (навигационных) карт сосредоточилось в учрежденной в 1777 г. картографической чертежной Адмиралтейств-коллегии. С середины XIX в. картографической деятельностью стали заниматься многие ведомства, учреждения и организации, частные фирмы, среди которых хотелось бы отметить крупнейшее частное картографическое предприятие в России – «Картографическое заведение А. Ильина», основанное в 1859 г., а также «Издательство А. Ф. Маркса». Картографическими работами занималось и Русское географическое общество, опубликовавшее большое число карт и принимавшее участие в создании многих значительных картографических произведений.

В то же время в XIX-м столетии, в связи с разобщённостью топографо-геодезических и картографических работ, неоднократно вставал вопрос об их координации и централизации, выполняемых разными ведомствами. С этой целью в 1882 г. министр путей сообщения России, дипломат и учёный К. Н. Посьет выходил в Русское географическое общество с предложением образовать из представителей министерств, ведомств и обществ особый Центральный комитет (Геодезический совет). В 1916 г. этот вопрос был поставлен академиком В. И. Вернадским на общем собрании Российской академии наук, а в 1918 г. аналогичные предложения поступили в Геодезическую комиссию Российской академии наук от профессора Ф. Н. Красовского.

В последующем, идеи и предложения К. Н. Посьета, В. И. Вернадского, Ф. Н. Красовского, а также М. Д. Бонч-Бруевича легли в основу Декрета Совнаркома РСФСР и ВСНХ РСФСР «Об учреждении Высшего геодезического управления», который был подписан 15 марта 1919 г.

Образование Высшего геодезического управления положило начало государственной геодезической службе, призванной проводить единую техническую политику при выполнении геодезических и картографических работ в стране. За 90 лет своей работы картографо-геодезическая служба страны блестяще справлялась со всеми возложенными на неё задачами: были созданы топографические карты на всю страну, выпущены сотни наименований географических атласов и тысячи наименований географических карт различного назначения и содержания, разработано большое количество нормативных и методических документов, уникальных приборов, была создана

система подготовки квалифицированных кадров и многое другое. Неоднократные попытки реорганизации службы и, наконец, её ликвидация, на наш взгляд, нанесли огромный урон государственным интересам и целям страны в области геодезии и картографии. Задачи, стоявшие и стоящие перед картографо-геодезической службой страны, по регулярному обновлению и поддержанию на современном уровне топографических карт всего масштабного ряда, выпуску государственных картографических произведений для нужд управления, хозяйства, науки и образования и многие другие всегда будут стоять на повестке дня в силу их постоянной востребованности в стране.

В современной отечественной картографии наметились новые тенденции к отображению глобальных проблем человечества. Произошёл поворот от карт и атласов инвентаризационных срезов состояния планеты Земля к проблемным картам и атласам, раскрывающих широкий спектр взаимоотношений общества и природы – экологию, чрезвычайные ситуации, а также проблемы глобализации, устойчивого развития и др.

Тематическое картографирование было и остаётся на сегодняшний день главным методом системного географического изучения природных условий и ресурсов территории Российской Федерации. Качество и объёмы географических знаний и информации, сконцентрированных в тематических картах и комплексных атласах, являются первостепенными факторами, определяющими эффективность использования природных ресурсов страны и обеспечения её безопасности. Кроме того, тематические карты и комплексные атласы содержат важнейшую информацию для развития наук о Земле, экономики, промышленности, сельского хозяйства, обеспечения обороноспособности страны, развития систем спутниковой связи и навигации, обоснования геополитических интересов России.

Одна из важнейших картографических задач отечественных географов, картографов и других специалистов, стоявших на повестке дня долгие годы, успешно реализована в виде четырехтомного «Национального атласа России» – фундаментального комплексного картографического произведения, дающего целостное представление о природе, населении, хозяйстве, экологии, истории и культуре нашей страны. По сути, создан мощный научно-обоснованный государственный информационный ресурс, представляющий картографическую и тематическую информацию для базы геопространственных данных на территорию Российской Федерации.

Для поддержания на современном уровне и развития «Национального атласа России» целесообразно создать государственную информационную систему «Национальный атлас России» и постоянно поддерживать её на качественном уровне, актуализируя содержащую в нём информацию и дополнять новыми тематическими данными в виде электронных карт и справок. Такая система должна быть доступна в режиме реального времени любому пользователю, как это сделано, например, в Канаде, США, Франции, Австралии, Швеции и ряде других стран. Для этого необходимо обеспечить тесное взаимодействие и сотрудничество государственных учреждений картографии – держателей такой информационной системы с учёными и

специалистами Российской академии наук, отраслевых и ведомственных учреждений – основных поставщиков тематической информации на основе разработанных нормативно-правовых документов.

Перспективы развития картографии мы связываем с геоинформационными и мультимедийными технологиями, с трансформированием традиционных карт и атласов в мультимедийные, электронные атласы-энциклопедии, где, наряду с картами и текстами к ним, важное место будет отведено аудиовизуальной информации: снимкам, звуку, анимационным картографическим фильмам, трёхмерной графике. «Статичная» карта превратится в «живое» картографическое изображение, которое можно будет просматривать в различных масштабах, благодаря заложенному многоуровневому отображению одной темы в нескольких масштабах. Это позволит проследить динамику изменения изображаемого явления на карте во времени, даст возможность непосредственно увидеть конкретные объекты картографирования в виде связанных с тематикой карты фотографий, видеофильмов, и при необходимости «услышать» эти объекты (например, голоса птиц или другие звуки природы), благодаря наличию аудиозаписей, а также совмещать снимки и карты одного масштаба, строить профили по любым маршрутам и блок-диаграммы выбранных участков местности, осуществлять управляемый «полет» (перемещение) по карте в заданном направлении, разрабатывать картографические сценарии развития различных процессов и явлений.

Большое будущее имеет атласная картография. Она востребована обществом, государством. Значение атласов как систематизированных сводов многообразной информации и знаний о природе и обществе, как инструментов исследований и творчества, как средств разработки стратегий и путей развития, решения практических задач, как источников формирования и воспитания национального самосознания и патриотизма будет возрастать и особенно в связи с появлением новых возможностей геоинформационных технологий и мультимедиа.

Вместе с тем, по нашему мнению, проблема обеспечения качественной актуальной картографической информацией в виде атласов и тематических карт органов управления, научных и производственных организаций и учреждений, среднего и высшего образования не решена и требует постоянного к ней внимания и государственной поддержки.

Особенно важным в этой связи представляется задача создания, поддержания на актуальном уровне и свободного распространения единых цифровых (электронных) многофункциональных (комплексных) общегеографических основ различного масштаба для всех научных и производственных организаций и учреждений страны, занимающихся картографической деятельностью.

На фоне ведомственной и организационной разобщенности производителей картографической продукции, содержание обзорных общегеографических карт, в том числе электронных, уровень унификации и совместимости их цифровых представлений, детальность визуализируемой картографической информации, степень её открытости и в особенности

доступности потенциальным пользователям остаются крайне низкими. Более того наблюдается параллелизм в работе ряда учреждений, особенно это относится к созданию цифровых электронных общегеографических основ, необходимых для создания других тематических карт. В результате создаваемые новые электронные карты разными производителями являются несовместимыми, несогласованными друг с другом, при этом на их создание тратятся большие средства. Их невозможно интегрировать в единый комплекс, тем самым они не отвечают государственным интересам общества. Изменение такой ситуации возможно только на полной открытости и доступности электронных общегеографических карт. Картографические материалы, созданные за счёт средств бюджета, должны предоставляться пользователям оперативно и, по возможности, на бесплатной основе путём размещения их в открытом доступе в сети Интернет. Доступное и бесплатное информационное картографическое обеспечение станет стимулом и для привлечения частных инвестиций в создание новых комплексных и тематических картографических произведений (географических атласов, серий карт и т.п.).

Мы живём в период, когда в развитых странах активно реализуются концепции и доктрины построения информационного общества, как основы роста качества жизни, развития экономики и повышения безопасности. «Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации», утвержденная Президентом Российской Федерации 7 февраля 2008 г. под номером Пр-212, предусматривает создание в стране единого информационного пространства и системы доступа к государственным информационным ресурсам различных организаций и населения. Важной составляющей государственных информационных ресурсов является географически привязанная к местности информация об объектах местности, их ресурсах, промышленной и социальной инфраструктуры, происходящих событиях и явлениях, то есть всё то, что является содержанием фундаментальной картографии. Пространственные данные о географических объектах должны стать составной, органичной частью общей информационной инфраструктуры государства. В конечном итоге все пространственные данные, вовлеченные в активный оборот, должны быть представлены в цифровой форме или переведены в цифровую форму, используя форматы, упрощающие обмен ими и их дальнейшее использование. Одной из важнейших государственных задач в этой связи является создание современной инфраструктуры пространственных данных для страны и её регионов.

Для решения этой задачи предлагается на государственном уровне создать систему информационных ресурсов, в виде геопространственных тематических и географических данных на территорию Российской Федерации и стран мира (включая создание мониторинговых сетей, банков данных, среды распределенных сетевых ресурсов пространственных данных, визуализируемых средствами веб-картографирования на геопорталах, интеллектуальных систем поддержки принятия управленческих решений на основе геоинформационных-технологий и др.). Кроме того, наличие такой системы и новых технологий позволит существенно сократить сроки подготовки к изданию, как

фундаментальных произведений, так и оперативной географической и тематической картографической информации для обеспечения решения задач планирования и устойчивого развития территорий.

Организационно решение этих задач целесообразно было бы возложить на специализированное государственное учреждение, основной задачей которого станет обеспечение органов государственной власти географической и тематической пространственной информацией. К основным функциям подобного учреждения следует отнести: создание современной инфраструктуры географических и тематических пространственных данных; осуществление мониторинга географической и тематической информации; ведение банка географических и основных тематических данных на территорию страны и зарубежных государств; взаимодействие с другими элементами инфраструктуры пространственных данных, отвечающими за создание и ведение более детальной (топографической) информации, а также с производителями тематической информации; ведение специализированного геопортала, предоставляющего органам государственной власти и всем иным потребителям оперативный доступ к базе геоданных и созданным на её основе различным тематическим картам; плановое обеспечение органов государственной власти различной печатной картографической продукцией; оперативное обеспечение картографической информацией в электронной и бумажной форме различных мероприятий, проводимых органами государственной власти (заседания, совещания, презентации, доклады и т.п.); подготовка к изданию фундаментальных государственных картографических произведений.

Существует и много других важных задач в области картографии, требующих решения: совершенствование нормативно-правового обеспечения развития картографии (например, отмена лицензирования картографической деятельности), разработка теории картографии и геоинформатики в условиях построения информационного общества в России, разработка и реализации долгосрочной программы стандартизации картографии и геоинформатики, создание эффективной системы управления метаданными, повышение уровня картографического и геоинформационного образования и др.

© Н.Н. Комедчиков, А.Н. Краюхин, В.П. Савиных, В.С. Тикунов, 2011

УДК 528.8

Н.Н. Комедчиков, В.М. Котляков, А.Н. Краюхин, В.С. Тикунов

Институт географии РАН, ПКО «Картография»,

МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва,

e-mail: nnk@rambler.ru; pko@atkar.ru; tikunov@geogr.msu.ru

ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ АТЛАСНОЙ КАРТОГРАФИИ В РОССИИ В НАЧАЛЕ НОВОГО ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ

Анализируется современное состояние атласной картографии в России и дается оценка крупнейшим картографическим произведениям последних лет – «Национальному атласу России», «Атласу Ханты-Мансийского автономного округа – Югры», «Политическому атласу мира», «Атласу Москвы. Картографическая энциклопедия», «Сибирь: Атласу Азиатской России», «Атласу Курильских островов», «Атласу социально-экономического развития России».

N.N. Komedchikov, V.M. Kotlyakov, A.N. Krayukhin, V.C. Tikunov

e-mail: nnk@rambler.ru; pko@atkar.ru; tikunov@geogr.msu.ru

RESULTS AND PROSPECTS OF ATLAS MAPPING IN RUSSIA IN THE EARLY 3RD MILLENNIUM

The current state of the atlas mapping in Russia is analyzed; the greatest cartographical works of the recent years are assessed, such as «National Atlas of Russia», «Atlas of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra», «Political Atlas of the World», «Atlas of Moscow: Cartographical Encyclopedia», «Siberia: Atlas of Asiatic Russia», «Atlas of the Kuril Islands», and «Atlas of the Social and Economic Development of Russia».

Конец XX века в России ознаменовался выходом в свет крупнейших фундаментальных мировых атласов: «Атлас снежно-ледовых ресурсов мира» (1997 г.), «Наша Земля» (1997 г.), «Природа и ресурсы Земли» в двух томах (1998 г.) и «Атлас мира» (1999 г.)¹. Создание этих картографических произведений можно отнести к наиболее впечатляющим и важнейшим результатам отечественной картографии конца прошлого века. Они, продолжая традиции российской школы географической картографии, представляют собой

¹ «Атлас снежно-ледовых ресурсов мира», электронный ГИС-атлас «Наша Земля» и атлас «Природа и ресурсы Земли» были разработаны в Институте географии РАН, а подготавливались к изданию и печатались за рубежом (в Австрии, Белоруссии и Украине). «Атлас мира» разработан ПКО «Картография» и напечатан в России.

произведения нового поколения как по глубине проработки и новизне раскрываемых в картах тем, так и по характеру используемой информации, привлечению новых (дистанционных) данных, способам создания и издания атласов. Электронный комплексный атлас континентов «Наша Земля», разработанный в виде активной геоинформационной системы на базе программных продуктов ArcInfo и ArcView, стал первым в мире интерактивным комплексным атласом Земли [1]. Все три академических атласа - результат международного сотрудничества в области подготовки к изданию крупнейших картографических произведений.

Начало XXI века характеризуется небывалым ростом изданий разнообразных географических атласов: в свет вышло более 100 их наименований. Такой необычайный бум атласной картографии в России вызван целым рядом причин. Во-первых, с переходом России к рыночной экономике в стране была ликвидирована государственная монополия на картографическую деятельность. Появилось много новых картографических фирм, которые самостоятельно определяют свою издательскую политику, в том числе по созданию разнообразных географических атласов. Кроме того, ряд издательств приобретают права на издание иностранных атласов на русском языке, тем самым, увеличивая разнообразие предложений научно-популярной и справочной картографической продукции на российском рынке. Во-вторых, снятие или уменьшение режимных ограничений на топографические карты, космические снимки, другую информацию также способствовало увеличению возможности представления точных и разнообразных тематических данных в картах и атласах, доступных любому потребителю, что существенно повысило спрос на картографическую (в том числе атласную) продукцию. В-третьих, изменившиеся социально-экономические условия жизни населения, стремительная автомобилизация России, рост туристических поездок вызвали также повышенный спрос на атласы автомобильных дорог, которыми в настоящее время наводнён российский рынок. В-четвёртых, политико-экономические преобразования в России, административная реформа обусловили осознание руководством регионов, что географический атлас, наряду с флагом и гимном, может быть визитной карточкой региона, его основным инвестиционным справочником, географической энциклопедией, раскрывающими и поясняющими с помощью географических карт инвестиционную привлекательность региона, его экономическое и социальное развитие, обеспеченность природными и трудовыми ресурсами, наличие в нём туристских достопримечательностей и т. п. Региональные правительства и местные администрации всё чаще становятся заказчиками таких географических атласов особенно накануне крупных юбилейных региональных дат. В-пятых, заинтересованность в создании географических атласов проявляют и федеральные министерства и ведомства, которым географические атласы нужны для стратегического планирования, оперативной работы, а также для пропаганды и популяризации своей деятельности. В-шестых, издание фундаментальных научно-справочных атласов институтами Российской академии наук, географическими факультетами университетов стало

возможным за счёт появившейся возможности привлечения бюджетных средств, а также финансовых средств неправительственных и государственных фондов, частных спонсоров. Изыскание финансовых средств на создание и издание географических атласов – одна из наиболее острых проблем, от решения которой зависит разнообразие ассортимента атласной продукции на российском рынке [2, 5].

В новых условиях картографического рынка в течение первых пяти лет нового тысячелетия были изданы на высоком полиграфическом уровне, глубоко проработанные, научно-справочные по содержанию тематические и комплексные атласы океанов, России и её регионов: «Экологический атлас России» (2002), «Военно-исторический атлас России IX-XX века» (2003), «Международный геолого-геофизический атлас Тихого океана» (2003), «Большой Атлас России» (2004), «Атлас Ямало-Ненецкого автономного округа» (2004), «Антарктика» (2005), «Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации» (2005), «Атлас России географический» (2005), «Атлас Республики Башкортостан» (2005), «Атлас Республики Татарстан» (2005), «Tartarica. История татар и народов Евразии. Республика Татарстан вчера и сегодня» (2005) и др. В этих атласах были продолжены как лучшие традиции российской картографии, так и применены во многих из них новые подходы к представлению научно-справочной информации, проявившиеся в богатом иллюстративном обеспечении, включении содержательных текстов и новом дизайне, отвечающему самым высоким мировым стандартам.

Среди атласов, вышедших в свет в течение последних пяти лет, наибольшего внимания как по своему значению, так и по научному содержанию и оформлению заслуживают «Национальный атлас России» в четырёх томах (2004, 2007, 2008, 2008), «Атлас Ханты-Мансийского автономного округа - Югры» в двух томах (2004, 2006), «Политический атлас мира» (2003), «Атлас Москвы. Картографическая энциклопедия» (2007), «Сибирь: Атлас Азиатской России» (2007), «Атлас Курильских островов» (2009), «Атлас социально-экономического развития России» (2010).

Несомненным прорывом в комплексном картографировании России, главнейшим произведением российской картографии последних лет стал «Национальный атлас России» - фундаментальное картографическое произведение, содержащее в себе новейшие знания о России, её природе, населении, экономике, истории и культуре. Атлас издан в четырёх томах: том 1 «Общая характеристика территории», том 2 «Природа. Экология», том 3 «Население. Экономика», том 4 «История. Культура» [3]. В атласе воплотились и получили дальнейшее развитие лучшие традиции и достижения российской и мировой картографии. В нём обеспечена известная преемственность с выдающимися образцами русской и советской картографии. «Национальный атлас России» составлен, подготовлен к изданию и издан Производственным картосоставительским объединением «Картография» (ПКО «Картография») при активном участии учёных и специалистов из более 50 научных организаций различной ведомственной подчиненности - Российской академии наук

(Институт географии, Институт глобального климата и экологии, Институт российской истории, Институт археологии, Институт истории естествознания и техники имени С. И Вавилова, Институт фундаментальных проблем биологии и др.), географического и почвенного факультетов МГУ имени М.В. Ломоносова, Российского научно-исследовательского института культурного и природного наследия имени Д.С. Лихачёва, Всероссийского научно-исследовательского геологического института имени А. П. Карпинского, Национального информационного агентства «Природные ресурсы», Российской государственной библиотеки и др.

Не вдаваясь в рассмотрение содержания каждого тома атласа, отметим только некоторые его особенности, впервые нашедшие всестороннее и полное отображение в отечественной атласной картографии. В атласе, в первом его томе, например, впервые дается научно-справочное изложение истории формирования, исследования и картографирования территории России с древнейших времен до конца XX века. Такое энциклопедически ёмкое и целостное историко-географическое описание, богато иллюстрированное историческими картами, фотографиями, фрагментами старых карт, - несомненно, представляет одну из наиболее важных и интересных частей первого тома атласа, его «изюминкой». Второй и третий тома «Национального атласа России» ярко и всесторонне характеризуют природные условия и ресурсы России, а также экологическое, социально-демографическое и хозяйственное состояние её территории. В них большое количество новых, оригинальных сюжетов. В четвёртом томе впервые представлен и охарактеризован комплекс объектов культурного и природного наследия как в целом по России, так и по отдельным её регионам. Созданные карты памятников археологии, военной истории, культовой гражданской и промышленной архитектуры, монументального искусства, художественных промыслов и ремёсел, планы музеев-заповедников, музеев-усадьб, монастырей, русских кремлей и крепостей, многочисленные фотографии объектов наследия, содержательные пояснительные тексты – всё это в целом не имело ранее аналогов не только в России, но и в мире. Другой отличительной чертой «Национального атласа России» является включение в него большого числа отечественных космических снимков, которые, с одной стороны, отражают закономерности строения и развития компонентов географической оболочки, некоторые её общие черты и индивидуальные особенности отдельных объектов и явлений природы, а с другой – дополняют содержание карт в части отображения локальных особенностей ландшафтного строения. Космические изображения, сопровождаемые аннотациями, обогащают и конкретизируют информацию, передаваемую картами, выступают в качестве самостоятельных компонентов содержания атласа, дают мощное средство научных исследований, обучения, демонстрируя различные возможности интерпретации материалов космических съёмок.

Идея устойчивого развития регионов лежит в основе концепции двухтомного «Атласа Ханты-Мансийского автономного округа – Югры», подготовленного Географическим факультетом Московского университета

имени М.В. Ломоносова и Научно-производственным центром «Мониторинг» (г. Ханты-Мансийск) в содружестве с целым рядом ведущих научно-исследовательских и производственных организаций страны. В нём подробно и комплексно в 26 тематических разделах охарактеризована история, демография, экономика, природа и экология округа. При этом следует обратить внимание на выраженную инверсию в устоявшейся последовательности тематических частей атласа. Он начинается с представления истории, населения и экономики округа, и только затем даётся характеристика его природно-ресурсного потенциала и современной экологической обстановки, что обосновывается в работе [4]. Насколько эта последовательность будет воспринята практикой регионального атласного картографирования, покажет время, но можно согласиться, что она вариативна и приемлема в случае, когда приоритет в научных исследованиях отдаётся антропосфере и её роли в деформации целостности окружающего мира. Для наиболее полной и выразительной подачи картографических сюжетов в атласе использовано несколько методических приёмов, выработанных практикой атласной географической картографии: 1) многоуровневое отображение явлений и объектов – на мировом, федеральном, региональном, локальном уровнях (соответственно в разных масштабах), при этом в ряде случаев оно весьма удачно представлено в виде анаморфоз; 2) сравнительно географический показ особенностей территории округа на фоне других субъектов Российской Федерации; 3) проведение аналогий между территорией округа и некоторыми зарубежными территориями и др.

К 860-летию юбилею Москвы вышел в свет большой, красочно оформленный, комплексный «Атлас Москвы. Картографическая энциклопедия», где наглядно и наиболее полно представлены все сферы жизни столицы, её современное состояние, природа, история и перспективы развития. Атлас подготовлен к изданию ЗАО «Ассоциированный картографический центр-М» при участии ряда производственных, научных и учебных организаций Москвы. Более 1000 иллюстраций, научно-популярные тексты органично дополняют содержание карт атласа. Важное внимание уделено в нём истории картографирования Москвы, которая раскрывается с помощью старинных карт и планов XVI-XX веков. В атлас вошли материалы старой и современной аэросъёмки города, в том числе некоторые из них в виде анаглифических изображений, а также крупномасштабная карта столицы, составленная специально для этого издания. Атлас Москвы – это не только картографическое произведение, но и справочник, путеводитель и художественный альбом о Москве, изданный на высочайшем полиграфическом уровне.

Другой большой комплексный атлас – «Сибирь: Атлас Азиатской России» – подготовлен к изданию Издательско-продюсерским центром «Дизайн. Информация. Картография» (ИПЦ «ДИК») при участии учёных и специалистов Российской академии наук, географического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова и Российского научно-исследовательского института культурного и природного наследия имени Д. С. Лихачёва. Это справочно-энциклопедическое, комплексное картографическое издание по природным условиям и ресурсам,

истории, культуре, этнографии, экономике Азиатской России, где целостно, системно и с максимальной полнотой представлена информация как о всей Сибири в целом, так и по её отдельным историко-культурным, экономическим, природным и административным регионам. Уникальность атласа, на наш взгляд, состоит в наглядном отображении истории Сибири, этапов её освоения, исследования и картографирования, духовной и материальной культуры коренных народов (их хозяйства, промыслов, средств передвижения, искусства) и русских в Сибири (старожилов, переселенцев, казачества, старообрядцев и др.). Старинные карты, документы, рисунки, великолепные художественные фотографии органично вписаны в содержание атласа. Изящный дизайн и высокое полиграфическое исполнение в полной мере присущи и этому атласу.

Фундаментальный научно-справочный географический «Атлас Курильских островов», созданный учёными и специалистами Российской академии наук (Институт географии РАН, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН) совместно с другими научными и производственными организациями страны и подготовленный к изданию также ИПЦ «ДИК», представляет собой первый в мире региональный атлас островных геосистем, в котором на 270 новых оригинальных тематических картах и поясняющих их текстах охарактеризованы все основные аспекты истории, природы, населения и хозяйства Курильских островов, а также исключительно важное для России их геополитическое положение среди стран Азиатско-Тихоокеанского региона. Атлас содержит более 650 иллюстраций (фотографий, космических снимков, изображений старых карт и артефактов), позволяющих наглядно представить уникальную природу и ресурсы, богатую историю и современную жизнь Курильского архипелага. В атласе подытожены результаты научно-экспедиционных исследований Курильских островов и прилегающей акватории, проведённых российскими учёными более чем за 60 лет. По масштабу основных базовых тематических карт (1:500 000), детальности и новизне представленной в нём информации, проработанности тем и сюжетов он не имеет аналогов в современной картографии, посвящённым малоосвоенным территориям.

«Атлас социально-экономического развития России» подготовлен географическим факультетом МГУ имени М. В. Ломоносова совместно с институтами СО РАН – Институтом географии им. В. Б. Сочавы, Байкальским институтом природопользования, Институтом природных ресурсов, экологии и криологии, а также ПКО «Картография». Он представляет собой комплексную многоцелевую картографическую модель, позволяющую проанализировать количественные и качественные изменения, происшедшие в нашей стране на рубеже XX и XXI веков в области демографии, экономики и социальных отношений. Аналитические, комплексные и синтетические карты атласа характеризуют изменения основных демографических показателей и качества жизни населения, современное состояние и динамику развития важнейших отраслей экономики, перспективные планы и проекты. Впервые в отечественной картографии в атласе детально охарактеризованы приграничные регионы. На примере Байкальского региона характеризуется пространственные

закономерности размещения и развития хозяйства и населения отдельного региона на основе имеющихся ресурсов.

Для большинства рассмотренных атласов параллельно созданы и их электронные версии. Это уже стало обычным явлением в атласной картографии. Атласы в электронной форме вводятся в интернет и другие национальные и международные информационные сети. Они становятся важным средством геопространственного планирования и управления, источником научно-справочной информации, средством обучения и образования. Атлас всё чаще рассматривается не как одно произведение, а как система картографических произведений в бумажной и электронной формах, баз геопространственных данных и пользовательских программ (интерфейсов).

Упомянутые выше фундаментальные атласы являются важнейшим государственным информационным ресурсом и источником формирования баз географических и тематических пространственных данных, как на территорию России, так и зарубежных стран, необходимых для решения многообразных экономических, социальных, научных, образовательных и политических задач.

В век информационного общества за электронными атласами видится будущее атласной картографии. Особую роль при этом будут играть открытые интерактивные атласные информационные системы, которые позволят любому пользователю на основе заложенной в атласе информации создавать свои варианты карт, дополнять содержание карт новыми данными, моделировать трёхмерные изображения и т. д., но главное, решать различные практические задачи. Но и традиционные бумажные атласы еще долго будут обычным явлением нашей жизни. Пока жива книжная (бумажная) полиграфия, будут жить и традиционные атласы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Комедчиков, Н. Н. Современная картография: итоги и перспективы (по материалам I Всероссийской научной конференции по картографии «Картография на рубеже тысячелетий») // Изв. РАН. Сер. геогр. – 1998. – № 2. – С. 121–130.

2. Картография для всех и каждого: итоги XXIII Международной картографической конференции и XIV Генеральной ассамблеи Международной картографической ассоциации / Н. Н. Комедчиков, А. В. Кошкарёв, М. Э. Флэйс, К. Б. Шингарева // Изв. РАН. Сер. геогр. – 2008. – № 4. – С. 133–141.

3. Краюхин, А.Н. Атласное картографирование – информационная база устойчивого развития территории / А. Н. Краюхин, Г. В. Поздняк// Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт: материалы Междунар. конф., Калининград, Берлин, 25–31 авг. 2006 г.: В 2-х томах. – Т. 1. – М.: –2006. – С. 16–25.

4. Тикунов, В. С. Атласная информационная система «Устойчивое развитие России» // Вестн. Моск. ун-та. Сер. геогр. – 2002. – № 5. – С. 21–32.

5. Komedchikov N. N., Khropov A. G. Publishing of atlases in Russia in 2002-2006 // Acta Scientiarum Polonorum. Geodesia et Descriptio Terrarum. – 2007. – Vol. 6(3). – P. 19–25.

© *Н.Н. Комедчиков, В.М. Котляков, А.Н. Краюхин, В.С. Тикунов, 2011*

УДК 528.94

А.В. Коптев, Л.А. Пластинин

ИрГТУ, Иркутск

МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ПОЛЕВЫХ ЭТАЛОНОВ СРЕДНЕГО ПРИАНГАРЬЯ В ЦЕЛЯХ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ТАЕЖНЫХ ЛАНДШАФТОВ НА АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СНИМКАХ

Рассмотрена методика создания системы полевых эталонов Среднего Приангарья. По результатам обследования территории на основе анализа методологических принципов эталонирования сформировано содержание тематических групп эталонов, в целях дальнейшего создания ландшафтно-гипсометрических моделей, полученных из ЦМР и ландшафтных карт.

A.V. Koptev, L.A. Plastinin

National Research Irkutsk State Technical University (ISTU)

83 Lermontova UI, Irkutsk, Russian Federation

METHOD OF ESTABLISHMENT A SYSTEM OF FIELD STANDARDS AVERAGE PRIANGARIE FOR INTERPRETATION OF TAIGA LANDSCAPES ON AEROSPACE IMAGES

The method of establishment a system of field standards of the Middle Priangarie. The survey area based on analysis of the methodological principles of standardization shape the content of the thematic groups of standards, in order to further establishment of landscape and hypsometric models derived from the DEM and landscape maps.

По концепции Б.В. Виноградова, аэрофотографическим эталоном служит типичное фотоизображение того или иного объекта, которое с заданной степенью вероятности характеризует всю совокупность изображений объектов данной категории на аэроснимках при определенных технических и природных условиях аэрофотосъемки [1]. Путем сопоставления с эталоном с определенной величиной ошибки может производиться дешифрирование однотипных объектов на аналогичных территориях.

Независимо от технических средств и уровня развития технологий получения аэрокосмических данных, основные этапы и эталонирования остаются неизменными и заключаются в выборе и комплексной полевой аннотации эталонов различных объектов природного, антропогенного и культурного ландшафта на аэрофотоснимках и космических изображениях. Процесс эталонирования состоит из следующих основных этапов:

- 1) Предварительный анализ имеющихся геопространственных данных и предполетное изучение территории;

- 2) Полевое обследование (комплексная полевая аннотация эталонов) и классификация объектов;
- 3) Дешифрирование (анализ фотоизображений);
- 4) Выбор эталонов;
- 5) Проверка эталонов (устойчивость и пространственно-временная стабильность эталонов);
- 6) Систематизация эталонов и составление поискового ключа.

Эталонирование геопространства выполняется с использованием разных типов эталонов, которые можно обобщенно классифицировать по следующим характеристикам:

- 1) Комплексность содержания;
- 2) Сложность структуры показанных на аэрофотоснимке объектов;
- 3) Размерность объектов, показанных на эталонах.

Исходя из задач эталонирования признаков дешифрирования ландшафтов, сделан акцент на разработку специальных, тематических эталонов дешифрирования. Для корректной интерпретации результатов автоматической классификации многоспектральных снимков принято решение ограничить сложность создаваемых эталонов, то есть согласно принятой классификации по сложности структуры созданные эталоны могут быть отнесены к группе «простые эталоны» (с другой стороны, для эталонов «гари» термин «простые» может быть не совсем корректным – гари являются довольно сложным природным объектом, отражающим определенные структуры и микроландшафты). Согласно признаку размерности объектов, выбранные эталоны отнесены к категории элементарные (индивидуальные) эталоны.

Таким образом, на основе анализа методологических принципов эталонирования, нами сформированы следующие тематические группы эталонов:

- 1) Эталоны естественных элементов ландшафта: лесной покров; гари; болота; естественно-природные водные объекты.
- 2) Эталоны ландшафтов с элементами антропогенного влияния: вырубки; дорожная сеть; просеки ЛЭП; открытая, нарушенная поверхность (открытые разработки, карьеры, драги); сельскохозяйственные угодья (пашни, луга); природные водные объекты с элементами антропогенного воздействия.

Согласно общим принципам эталонирования географического пространства в целях дешифрирования материалов аэрокосмических съемок, в рамках настоящего проекта был использован ландшафтный подход. Реализация данного подхода в рамках данного проекта выполняется на основе использования карт ландшафтов Среднего Приангарья, составленных в Институте географии им. В.Б. Сочавы СО РАН (фрагмент ландшафтной карты приведен на рис. 1) [2, 3]. В результате предварительного анализа ландшафтов на территорию выполнения работ намечены основные районы, которые могли бы быть использованы как эталонные участки.



Рис. 1. Фрагмент карты ландшафтов Среднего Приангарья (Атлас. Иркутская область, 2004)

Составление эталонов производится путем выполнения комплекса наземных работ на ключевых участках. Оно обычно является результатом картирования «методом ключей». При составлении эталонов производится детальное наземное исследование всех компонентов ландшафта каждой из ландшафтных территориальных единиц, отличающихся своеобразием природных условий и выделяемых при данном

масштабе эталона. Все выявленные особенности ландшафта сопоставляются с их изображением на аэрофотоснимке или синтезированном космическом фотоизображении. Во многих случаях, целесообразно использование синтеза цифровых изображений в естественных цветах, а также в псевдоцветах с использованием инфракрасной зоны спектра.

Полевое обследование в районе Усть-Илимского водохранилища выполнено в августе 2009 года, позднее в июне-июле 2010 года - в районе Братского водохранилища. Целью полевого экспедиционного обследования было уточнение ландшафтной структуры территории, общей характеристики антропогенно-техногенной нарушенности среды, а также отработка признаков дешифрирования объектов местности, представляющих интерес для решения задач оперативного мониторинга природной среды.

Анализ, систематизация и обработка результатов полевого обследования выполнены в 2009-10-х годах с целью их использования для

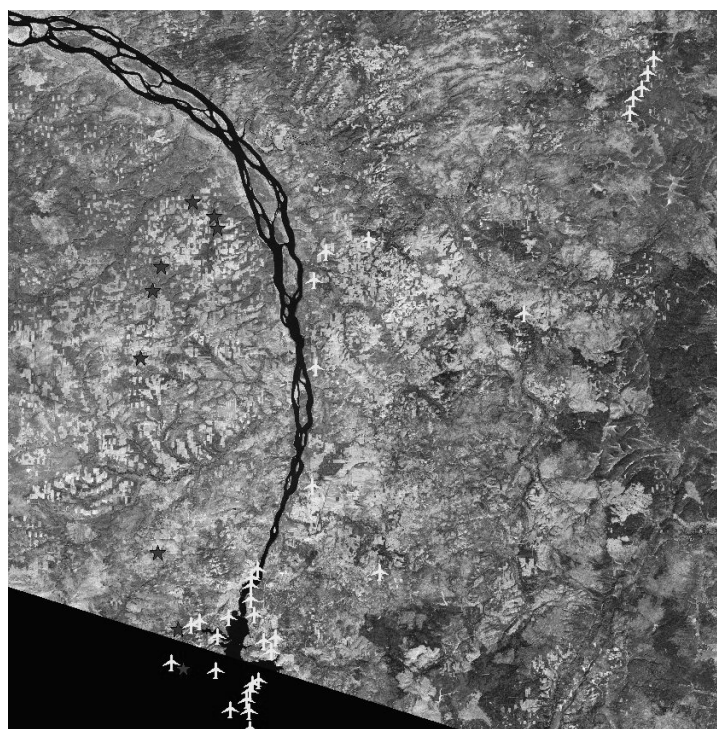


Рис. 2 Положение геопривязанных фотоснимков полевого и аэровизуального обследования на космическом снимке Landsat-5 TM

автоматической классификации и визуального анализа многоспектральных изображений. В результате анализа информативности фотографий наземного полевого обследования отобрано 75 наземных снимков, пригодных для отождествления природных объектов и образований. Положение точек фотографирования было визуально опознано на космических изображениях, в результате чего была выполнена географическая привязка снимков наземного полевого обследования. На рис. 2 показано расположение геопривязанных фотоснимков (положение точек наземного обследования фотографирования указано символом «звезда» с заливкой красным цветом).

Анализ объектов, изображенных на наземных снимках, позволил сформировать несколько групп фотодокументированных эталонных участков местности. Также в результате анализа информативности фотографий, полученных с борта самолета в процессе аэровизуального обследования, полученная информация была разделена на следующие категории природных объектов и образований:

- Свежие вырубки;
- Заросшие вырубки;
- Открытые разработки (карьеры);
- Застроенные территории и промышленные объекты;
- Сельскохозяйственные объекты (пашни, луга);
- Лесные массивы.

Общее количество фотоснимков аэровизуального обследования, пригодных для использования в качестве эталонных снимков – более 50.

Положение точек фотографирования было визуально опознано на космических изображениях, в результате чего была выполнена географическая привязка снимков аэровизуального полевого обследования. Расположение геопривязанных снимков также указано на рис. 2 символом «самолёт» с заливкой желтого цвета.

Образцы снимков аэровизуального обследования, использованных в качестве фото-документированных эталонных участков местности, приведены на рис. 3.

После визуального дешифрирования и автоматической спектральной классификации изображений результаты исследований вносятся в созданную базу данных как основной, независимый элемент структуры базы данных. Каждый эталонный участок сопровождается фото-документированными материалами полевого или аэровизуального обследования, с указанием географических координат эталона и детальным описанием в виде атрибутивной информации базы данных. Местоположением эталонных участков с образцами автоматической классификации и визуального дешифрирования наносятся на обзорный снимок «Каскад» с нанесенными границами ландшафтов для выполнения контроля покрытия территории эталонными участками. Существенным преимуществом является создание ландшафтно-гипсометрических моделей [4], полученные из цифровых моделей рельефа (ЦМР) и ландшафтных карт, и характеризующие свойства

исследованных компонентов ландшафта и демонстрирующие выявленные взаимосвязи между ними.



Рис. 3. Результаты анализа материалов аэровизуального обследования.
Тестовый полигон «Свежие вырубки»

В результате обследования создана система мониторинга эталонных полигонов дешифрирования таёжных ландшафтов Среднего Приангарья. В ходе него разработана комплексная система наблюдения за состоянием природной среды на ключевых эталонных участках. А также проведён сбор разновременных космических материалов и их дешифрирование в целях оценки и прогноза изменений состояния природной среды на данных эталонных полигонах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Виноградов, В. В. Принципы аэрофотографического эталонирования растительности // Аэрофотографическое эталонирование и экстраполяция.- М.: АН СССР. - М., 1967.
2. Атлас. Иркутская область: Экологические условия развития. - М.; Иркутск: Ин-т географии СО РАН, 2004. – 90 с.
3. Карта «Ландшафты юга Восточной Сибири». Масштаб 1:1 500 000 / В.С. Михеев, В.А. Ряшин. - М.: ГУГК, 1977.
4. Гиенко, А. Я. Космический мониторинг зоны влияния Богучанской ГЭС на Ангаре / А.Я. Гиенко, Г.А. Гиенко.- Новосибирск: СО РАН, 2006. - 164 с.

© А.В. Контев, Л.А. Пластинин, 2011

УДК 528.926:004

Д.В. Лисицкий, П.Ю. Бугаков

СГГА, Новосибирск

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

В данной статье рассматриваются некоторые проблемы построения трехмерных картографических изображений на основе трехмерных цифровых моделей. В статье также приводится система параметров, которая может применяться в процессе создания трехмерных картографических изображений с целью его оптимизации, а также для управления качеством и эксплуатационными характеристиками получаемых геоизображений.

D.V. Lisitsky, P.Yu. Bugakov

SSGA, Novosibirsk

THEORETICAL BASIS FOR 3D CARTOGRAPHIC IMAGE DEVELOPMENT

Some problems of 3D cartographic images development on the basis of 3D digital models are considered. The system of parameters is offered which can be used in 3D cartographic imaging for its optimization and for geoimages quality and performance characteristics management.

Исследование выполнено при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России 2009-2013 годы» (ГК № 02.740.11.0735).

В настоящее время популярность трехмерных картографических произведений стремительно растет. Появляются новые программные и аппаратные средства для создания и воспроизведения трехмерной графики, которые в свое время находят применение в картографии. Современные ГИС позволяют использовать технологии трехмерной графики для создания трехмерных цифровых моделей местности по данным геодезических и фотограмметрических измерений. Геоинформационные системы в процессе создания трехмерной ЦММ позволяют не только создавать трехмерные модели рельефа, объектов, процессов и явлений, но и импортировать их из внешних файлов, созданных различными редакторами трехмерной графики и анимации. Построенная приближенная модель фрагмента реального мира может быть использована для геоинформационного картографирования с целью создания картографических изображений.

Трехмерные картографические изображения представляют собой универсальный инструмент, который может быть использован для навигации, виртуальных туристических туров, в развлекательных и рекламных целях, в

военном деле и научных изысканиях. Как и традиционные карты, они классифицируются по масштабу, пространственному охвату и по содержанию. Однако трехмерные картографические изображения, в отличие от традиционных карт обладают важной особенностью – они содержат информацию о высоте, то есть третью координату. Таким образом, трехмерные картографические изображения обладают высоким уровнем наглядности и повышают качество восприятия пространственной информации.

В основе любой трехмерной карты лежит трехмерная цифровая модель местности, построенная средствами современных геоинформационных систем и редакторов трехмерной графики. Технологии и методики создания трехмерных моделей местности сейчас находятся на стадии бурного развития. Решением проблем в этой области занимаются разделы геодезии и фотограмметрии. Основной задачей картографии, в данном случае, является создание изображений в соответствии с правилами картографии на основе уже созданной трехмерной модели местности.

В данный момент не существует единых методологических основ решения поставленной задачи. Существует необходимость научного обобщения опыта использования трехмерных цифровых моделей в картографии.

Для достижения оптимального результата при создании трехмерных картографических изображений очень важно подобрать правильное значение таких параметров, как положение луча визирования, уровень детализации моделей, соотношение вертикального и горизонтального масштабов. Неправильно выбранное значение таких параметров может привести к ухудшению наглядности, избыточной или недостаточной детализации, информационной перегруженности или, напротив, к недостаточной информативности трехмерного картографического изображения. Например, выбор неправильного положения луча обзора трехмерной модели при создании картографического изображения может привести к тому, что часть объектов будут скрыты объектами, находящимися перед ними.

Таким образом, требуется разработать единую систему параметров, применяемую в процессе создания трехмерных картографических изображений с целью его оптимизации, а также для управления качеством и эксплуатационными характеристиками получаемых геоизображений.

Для определения данной системы параметров на кафедре картографии и геоинформатики СГГА был проведен эксперимент по выявлению влияния качества модели и конфигурации трехмерной сцены на результат визуализации. Результат визуализации представляет собой интерактивное произведение, видеоролик или статическое изображение и может быть использован как основа картографического изображения.

В ходе эксперимента была проведена визуализация трехмерных моделей:

- Рельефа территории Искитимского района Новосибирской области;
- Группы произвольных зданий;
- Театра оперы и балета г. Новосибирска.

Создание, редактирование и визуализация трехмерных моделей проводилось в редакторе трехмерной графики 3D Studio MAX. Были

апробированы различные варианты размещения луча визирования, проводилась настройка освещения трехмерной сцены, подбирался уровень детализации модели и разрешение получаемого изображения. В процессе анализа результатов эксперимента, были выделены и сгруппированы по области воздействия параметры, представленные в табл. 1.

Таблица 1. Параметры трехмерной сцены

Область воздействия	Параметры
Настройка трехмерной модели	Вертикальный масштаб и масштаб в плане Детализация моделей Типизация моделей
Настройка содержания карты	Генерализация объектов Система условных знаков
Определение положения луча визирования	Высота точки наблюдения Угол наклона луча визирования Угол луча визирования по азимуту
Настройка освещения	Количество применяемых источников света Положение источников света Тип источников света Интенсивность света
Настройка визуализации	Форма области обзора Площадь области обзора Масштаб визуализации Проекция визуализации Разрешение готового изображения

При создании трехмерного картографического изображения очень важно точно сформулировать задачи, которые можно будет решить с его помощью. Необходимо определить место будущего картографического изображения в классификациях по масштабу, пространственному охвату и по содержанию. Точно сформулированные требования к трехмерному картографическому изображению способствует правильному определению параметров трехмерной сцены.

Рассмотрим каждую группу параметров подробнее.

1) Настройка трехмерной модели. К данной группе относятся параметры, оказывающие воздействия на исходный материал процесса создания трехмерных картографических изображений – трехмерную модель.

Модели объектов, создаваемые в редакторах трехмерной графики, находятся в виртуальном трехмерном пространстве, которое имеет собственную систему координат и формируется в памяти компьютера. Единицы измерения этой системы координат выбираются пользователем. Таким образом, современные программные средства работы с трехмерной графикой позволяют создавать математические модели объектов, хранящиеся в цифровом виде в памяти компьютера, в масштабе 1:1. То есть размер модели в виртуальном пространстве графического редактора будет равен размеру объекта в реальном мире.

Любая трехмерная модель объекта обладает, в отличие от двухмерной модели, вертикальным масштабом, который определяет размер модели по вертикальной оси. При визуализации трехмерного геоизображения вертикальный масштаб может быть равным плановому масштабу. Однако часто возникает необходимость в увеличении вертикального масштаба с целью повышения наглядности и уровня восприятия формы рельефа, объектов и явлений, которые отображены на данном геоизображении.

Возможность использования масштаба 1:1 при создании трехмерных моделей позволяет максимально точно воспроизводить малейшие детали моделируемого объекта. Однако объекты окружающего нас мира при детальном рассмотрении настолько сложны, что их моделирование с такой точностью нецелесообразно. Детальная визуализация сложной модели требует значительных технических ресурсов и времени. Поэтому приходится продуманно упрощать контуры, понижать уровень детализации модели в зависимости от назначения, тематики геоизображения, особенностей самого моделируемого объекта и степени его изученности.

В окружающем мире существует огромное количество одинаковых (родственных) объектов, отличающихся между собой лишь незначительными внешними или внутренними признаками. К таким объектам относятся, например, деревья одной породы или типовые панельные пятиэтажные дома. При создании картографического изображения воспроизведение индивидуальных особенностей родственных объектов займет большое количество времени и сил, а результат такой работы может быть либо не востребован, либо вовсе не различим на фоне общих очертаний объекта. Поэтому имеет смысл проводить типизацию моделей, которая заключается в замене отдельных объектов их собирательными обозначениями. То есть заменять родственные объекты некоторыми типовыми моделями, обладающими основными визуальными признаками реального объекта без индивидуальных особенностей. Например, для каждой породы деревьев создать одну модель, обладающую отличительными внешними признаками. В этом случае при моделировании смешанного леса будут использованы клоны двух-трех моделей. Такой подход существенно сократит временные и трудовые затраты, а также облегчит создание и обработку трехмерной модели.

2) Настройка содержания карты. К данной группе можно отнести параметры, влияющие на состав и способ отображения объектов на будущем трехмерном картографическом изображении.

В случае двухмерной карты, масштаб является одним из основных факторов генерализации картографического произведения. При уменьшении масштаба увеличивается площадной охват, увеличивается количество объектов, мелкие детали теряют свое значение и, если их сохранить, затруднится восприятие основного содержания карты. Проявление генерализации заключается в отборе объектов, подлежащих к отображению на картографическом произведении, в обобщении количественных и качественных характеристик.

Трехмерная модель должна быть генерализована не только в плане, но и по высоте. Влияние вертикального масштаба на вертикальную генерализацию носит тот же характер что и влияние планового масштаба на плановую генерализацию. Однако степень генерализации в плане и по вертикали может быть разная. Например, высота луговой растительности не может быть показана на геоизображении с вертикальным масштабом 1:10000. В данном случае луговую растительность можно показать с помощью поверхности, покрытой текстурой, имитирующей вид луга.

При появлении вертикального масштаба возникает необходимость определения правил отбора объектов по высоте в математической форме, в частности в виде количественных показателей – «цензов», определяющих условия нанесения объектов различных категорий на картографическое произведение.

Не менее важную роль в процессе создания трехмерных картографических изображений играют условные знаки. Картографические условные знаки – это графические символы, с помощью которых на карте показывают (обозначают) вид объектов, их местоположение, форму, размеры, качественные и количественные характеристики [1].

На трехмерном картографическом изображении с помощью условных знаков могут быть показаны либо плохо различимые (плохо читаемые) объекты, либо объекты, которые были исключены в процессе генерализации, но местоположение которых необходимо указать на картографическом изображении. Кроме того, условные знаки на трехмерных картографических изображениях могут применяться для обозначения абстрактных, не видимых или не воспринимаемых органами чувств объектов, передачи внутренних характеристик, структуры и иерархии объектов [1].

При формировании системы условных знаков для трехмерного картографического изображения необходимо продумать мерность значков (трехмерные или плоские), их внешний вид, расположение, а также легенду.

3) Определение положения луча визирования. К данной группе параметров относятся количественные показатели, определяющие положение луча визирования относительно трехмерной модели.

При визуализации сложной трехмерной модели, включающей объекты различной высоты очень важно правильно определить положение луча визирования. Выбор неправильного положения луча визирования может привести к перекрытию обзора некоторых участков соседними объектами и тем самым снизить информативность и наглядность создаваемого картографического изображения. Например, остановочный павильон может быть невиден из-за стоящего перед ним здания.

Положение луча визирования определяется высотой точки наблюдения h , углом наклона луча визирования γ и азимутальным углом α . (рис. 1, 2).

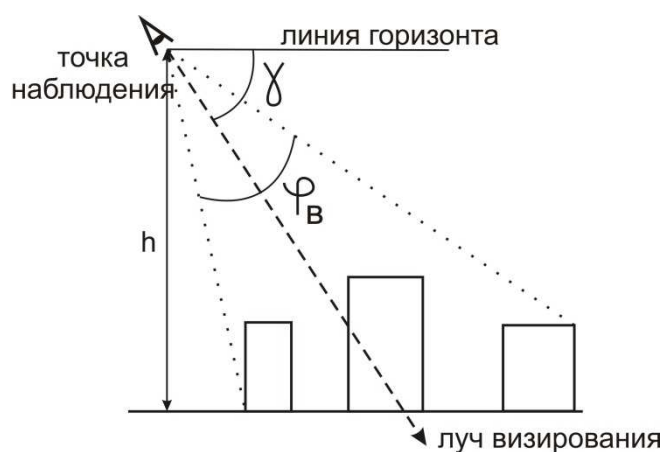


Рис. 1. Положение луча визирования в вертикальной плоскости

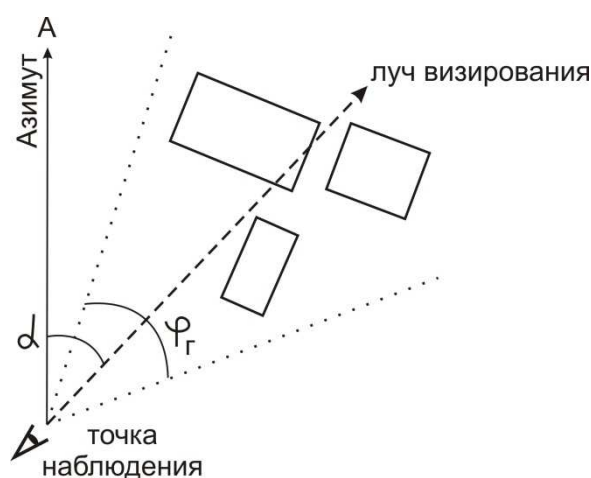


Рис. 2. Положение луча визирования в горизонтальной плоскости

Кроме параметров, определяющих положение луча визирования, следует отметить вертикальный φ_v и горизонтальный φ_g угол зрения. Следует заметить, что при $\gamma=90^\circ$ в результате визуализации трехмерной модели мы получим ее ортогональную проекцию, которая может стать основой традиционной карты.

Таким образом, достижение оптимального обзора той или иной территории является сложной проблемой, требующей определения правил расчета параметров, характеризующих положение луча визирования.

4) Настройка освещения. К данной группе параметров можно отнести количество и тип источников освещения, а также их положение относительно трехмерной модели и луча визирования.

Качество изображения, полученного в результате визуализации, во многом зависит от освещения объектов, расположенных в виртуальном трехмерном пространстве. Одна и та же трехмерная модель при различном освещении может выглядеть и, следовательно, восприниматься совершенно по-разному. При неправильном расположении источников света могут исказиться цвета, форма и интенсивность отбрасываемых теней. Могут возникнуть слишком темные или слишком светлые участки. Выбор параметров освещения зависит от

количества объектов, отражательных свойств их материалов, а также от геометрии сцены [3].

Источники света по направлению излучения делятся на направленные и всенаправленные. Направленные источники позволяют сконцентрировать внимание на каком-то определенном объекте и используются в основном для того, чтобы осветить конкретный объект сцены или ее участок. Направленные источники света можно использовать, например, для имитации прожекторов, подсвечивающих здания в темное время суток. Всенаправленные источники света равномерно излучают свет во всех направлениях. Всенаправленные источники света применяются для имитации света от уличных фонарей, пламени и т.д. Для имитирования естественного солнечного света используется система источников света обоих типов. Любой тип источника света имеет такие параметры, как яркость и затухание. Затухание – это параметр источника света, определяющий зависимость интенсивности светового потока от расстояния до источника света.

Таким образом, выбор количества и оптимального положения источников света в сцене является сложной задачей. Неудачное расположение источников света может служить причиной появления слишком темных участков в сцене, при этом сами объекты могут быть плохо видны из-за недостаточной освещенности или, наоборот, слишком яркого света. Поскольку каждая трехмерная сцена обладает своими уникальными геометрическими характеристиками, расположение источников будет разным для различных сцен. По этой причине достаточно трудно разработать определенные правила, следуя которым можно было бы оптимально осветить сцену [3].

5) Настройка визуализации. В данную группу входят параметры, оказывающие влияние на внешний вид готового трехмерного картографического изображения. К параметрам данной группы можно отнести форму и площадь области обзора, проекцию и масштаб визуализации трехмерной модели, а также разрешение готового изображения.

Форма области обзора представляет собой фигуру, внутри которой будет воспроизводиться фрагмент трехмерного картографического изображения. Форма области обзора выбирается в зависимости от назначения картографического изображения, вертикального угла луча визирования, а также формы экрана, на котором будет отображаться трехмерное картографическое изображение. Основные формы области обзора представлены на рис. 3.



Рис. 3. Форма области обзора

Следующий параметр – площадь области обзора зависит от масштаба визуализации, вертикального и горизонтального углов обзора (рис. 1, 2), а также от выбранной формы области обзора. Масштаб визуализации выбирается в зависимости от назначения, а также от физического размера экрана.

Не менее важным параметром является проекция, выбранная при визуализации трехмерной модели.

Проекция трехмерного объекта на плоскость строится с помощью прямых проекционных лучей, которые проходят через каждую точку объекта и, пересекая картинную плоскость, образуют проекцию. Определенный таким образом класс проекций существует под названием плоских геометрических проекций, так как проецирование производится на плоскость, а не на искривленную поверхность и в качестве проекторов используются прямые, а не кривые линии. Многие картографические проекции являются либо не плоскими, либо не геометрическими [4].

Все проекции делятся на два основных класса: параллельные и центральные (рис. 4, 5). Полная классификация проекций подробно описана в электронном учебном пособии Дёмина А. Ю., Кудинова А. В. «Компьютерная графика».

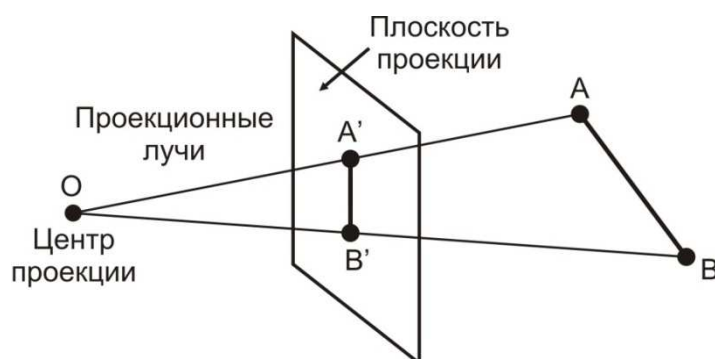


Рис. 4. Центральная проекция

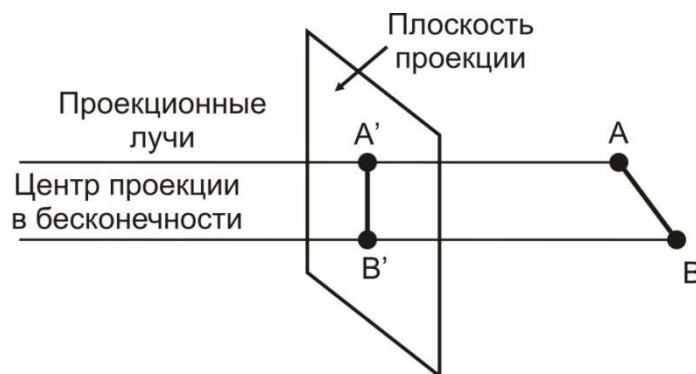


Рис. 5. Параллельная проекция

Центральная проекция любой совокупности параллельных прямых, которые не параллельны проекционной плоскости, будет сходиться в точке схода.

Параллельные проекции делятся на два типа в зависимости от соотношения между направлением проецирования и нормалью к проекционной плоскости (рис. 3.9.):

- Ортографические – направления совпадают, т. е. направление проецирования является нормалью к проекционной плоскости;

– Косоугольные – направление проецирования и нормаль к проекционной плоскости не совпадают.

Последним параметром в данной группе является разрешение готового трехмерного картографического изображения. Под разрешением понимается количество точек, из которых состоит изображение по горизонтали и по вертикали. Чем выше разрешение, тем более точное и детальное изображение можно получить. Разрешение выбирается в зависимости от разрешения дисплея, на котором будет воспроизводиться картографическое изображение. Максимальное качество отображения трехмерного картографического изображения достигается в случае, когда разрешение готового картографического изображения ($P_{и}$) равно разрешению дисплея ($P_{д}$).

В остальных случаях разрешение $P_{и}$ будет программными или аппаратными средствами подгоняться под разрешение $P_{д}$, что неизбежно ведет к появлению искажений.

В заключение можно отметить, что для практического применения приведенной выше системы параметров в процессе создания трехмерных картографических изображений необходимо определить зависимости и правила выбора значений для каждого параметра. Для этого необходимо:

- 1) Проанализировать сущность каждого параметра;
- 2) Выявить зависимости между отдельными параметрами;
- 3) Провести эмпирическое исследование системы параметров;
- 4) Определить диапазоны рекомендуемых значений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Картоведение: учебник для вузов [Текст] / А.М. Берлянт, А.В. Востокова, В.И. Кравцова и др.; под ред. А.М. Берлянта. – М.: Аспект Пресс, 2003. – 477 с.
2. Берлянт, А.М. Свойства визуализации как способа моделирования геоизображений [Текст] // Геодезия и картография. – 2005. - №12. – С. 43 – 52.
3. Бондаренко, С.В. 3ds Max 8. Библиотека пользователя (+CD) [Текст] / С.В. Бондаренко, М.Ю. Бондаренко. — СПб.: Питер, 2006. — 608 с.: ил. — (Сер. Библиотека пользователя).
4. Дёмин, А.Ю. Компьютерная графика [Электронный ресурс] / А.Ю. Дёмин, А.В. Кудинов. – Электрон. учеб. пособие. – Томский политехнический университет. 2005. – Режим доступа : <http://compgraph.ad.cctpu.edu.ru/index.html>
5. Берлянт, А.М. Виртуальное картографирование [Текст] // Природа. – 2002. - № 7.
6. Берлянт, А.М. Геоиконика [Текст]. – М.: Астрель, 1996.- 208 с.
7. Берлянт, А.М. Графические модели мира [Текст] // Соросовский образовательный журнал. – 1999. - №4. – С. 65-71.

УДК 528.926:004

*Д.В. Лисицкий, Е.В. Комиссарова, Е.С. Утробина, А.А. Колесников,
Т.С. Сизикова*
СГГА, Новосибирск

СУЩНОСТЬ МУЛЬТИМЕДИЙНОЙ КАРТОГРАФИИ

На сегодняшний день «мультимедиа» является одним из наиболее перспективных и популярных направлений картографии и 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 и ссылки к Интернет-ресурсам.

Рассмотрены базовые возможности мультимедиа, обеспечивающие интерес к этой технологии. В результате исследований выделен ряд плюсов использования мультимедийных методов в картографическом изображении.

Уточнена сущность мультимедийной картографии и даны новые понятия «гиперссылка», «географический мультимедийный атлас» и «географическая мультимедийная карта».

D.V. Lisitsky, Ye.V. Komissarova, Ye.S. Utrobina, A.A. Kolesnikov, T.S. Sizikova
SSGA, Novosibirsk

ESSENCE OF MULTIMEDIA CARTOGRAPHY

Nowadays multimedia is one of the most popular and promising trends of cartography and a rapidly developing information technology entering all the spheres of human activities, including cartography. It is multimedia that increased the volume of the perceptible cartographic information including its new forms: sound, animation and Internet-resources references. The paper presents major capabilities of multimedia attracting attention to this technology. As a result of the investigations a number of advantages have been determined as concerns multimedia techniques application in cartographic imaging. The essence of multimedia cartography is explained alongside with the new terms of «hyperlink», «geographic multimedia atlas» and «geographic multimedia map».

Развитие технических и программных средств, привело к появлению в России примерно в конце 80-х гг. XX века понятий «мультимедиа», «мультимедиа-продукт», «мультимедиа-технология», «мультимедиа-произведения». На сегодняшний день «мультимедиа» является одним из наиболее перспективных и популярных направлений картографии и 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 и ссылки к Интернет-ресурсам.

Вначале рассмотрим базовые возможности мультимедиа, обеспечивающие интерес специалистов различных профилей, и картографов в том числе, к этой технологии:

- Представление информации в новых формах (видео, звук, анимация, ссылки к Интернет-ресурсам);
- Объединение разнородной информации в единой компьютерной информационной среде или в нескольких компьютерных информационных средах;
- Представление информации с помощью комбинации множества форм, интуитивно понятных для человека;
- Художественный дизайн интерфейса и средств навигации;
- Наличие аппаратного и программного обеспечения для мультимедийных форм, реализующих определенный набор стандартов;
- Создание авторских систем, дающих возможность пользователям изготавливать свои прикладные мультимедиа-программы, не имея при этом большого опыта программирования;
- Использование многообразия форм информации в одном информационном продукте;
- Наличие несколько сюжетных линий в содержании мультимедиа-продукта;
- Выстраивание сюжетных линий на основе «свободного поиска и/или выбора» самим пользователем в рамках предложенной в содержании мультимедиа-продукта информации;
- Новый уровень интерактивного общения «человек-компьютер». В диалоге с компьютером пользователю отводится активная роль и тогда в процессе диалога пользователь получает информацию.

Уже появились в нашей стране:

- Мультимедийные картографические произведения (атласы, энциклопедии);
- Справочно-картографические ГИС, включающие в себя цифровые векторные карты с базами данных, а также дополнительный мультимедийный справочный материал в сочетании с поисковыми средствами;
- Картографические информационно-обучающие системы, включающие в себя цифровые векторные карты с базами данных, а также дополнительный мультимедийный справочный материал в сочетании с поисковыми средствами [1].

Таким образом, с появлением мультимедийных средств в картографическом изображении изменилась содержательная сущность, условные обозначения, способы изображения, использования, информативность

и особенность восприятия пользователями картографической информации, поэтому внимание к мультимедиа в картографии сейчас особенно возросло.

Несмотря на то, что по сути дела возникли новые понятия в картографии (мультимедийные произведения, «гипертекст», «гиперссылка», «гипертекстовые/гипермедийные приложения»), их точное значение, к сожалению, до сих пор неопределенно. Данные термины появились несколько лет назад, точных и однозначных определений нет до сих пор. Нами в работе [1] на основе собственных исследований, проведенного обзора и анализа вышеперечисленных понятий в представлении различных авторов таких, как Берлянта А.М., Кошкарёва А.В., Тикунова В.С., Цветкова В.Я. [2-5] и других, были предложены определения *мультимедийной картографии* и *гиперфайловой ссылки*, где показана их сущность и особенности.

Дальнейшая работа в данной научно-практической области на основе выполненного формального анализа и сравнения, позволяет нам уточнить сущность определения «*мультимедийная картография*», а также сформулировать новое определение «*гиперссылка*» вместо «*гиперфайловой ссылки*» ранее данное нами.

Мультимедийная картография – это сочетание разнообразных методов, приемов картографии и мультимедиа, программных и технических средств, позволяющих осуществлять совместную интеграцию картографического изображения и другой информации в форме текста, звукового сопровождения, графиков, фотографий, видеосюжетов, рисунков, анимации, двух и трехмерных моделей. При этом расширяется объём информации картографического изображения с помощью перекрестных гиперссылок между разными файлами на основе индивидуального поиска и/или выбора информации самими пользователями в рамках картографического произведения (карты, атласа и др.) и ссылок к Интернет-ресурсам. Также у пользователя развиваются новые мультисенсорные ассоциации или связи между полученной информацией и ранее имеющимися знаниями об объекте или явлении картографического изображения.

Из вышесказанного можно дать следующее краткое определение *мультимедийной картографии* – это сочетание разнообразных методов картографии и мультимедиа с помощью перекрестных гиперссылок между разными файлами на основе индивидуального поиска и/или выбора информации самими пользователями в рамках картографического произведения.

Гиперссылка – это гиперфайловый способ организации работы мультимедийных массивов картографического изображения в виде фотографии, текста, звукового сопровождения, анимации, видеосюжета и т.д., которые соединены между собой системой перекрестных ссылок. Гиперфайловый способ в картографическом изображении дает возможность пользователю осуществить важнейший системный принцип – движение «от общего к частному», гибкий и оперативный поиск, визуализацию картографической информации.

Из вышесказанного можно дать следующее краткое определение *гиперссылки* – это связующее звено между объектами или явлениями картографического изображения с мультимедийными массивами информации.

В результате наших исследований можно выделить ряд плюсов использования мультимедийных средств в картографическом изображении:

- Дополнение геоинформационной и картографической информации другими формами (видео, звук, анимация, ссылки к Интернет-ресурсам) повышает информативность картографического изображения;

- Сочетание условных знаков картографического изображения в статике и динамике, то есть появились новые возможности показать динамику какого-либо явления;

- Сочетание интегрированного представления картографируемой территории в целом и представления отдельных ее объектов более детально с помощью мультимедийной информации (фото, видео, звука, анимации);

- Расширение области использования картографической информации (например, подключение новых пользователей с ограниченными способностями - слабовидящие, но с хорошим слухом – звуки среды обитания и речь диктора; слабослышащие, но с нормальным зрением – анимация, текст, изображение, видео);

- Обеспечение поиска необходимой информации на картографическом изображении – автоматически, то есть посредством гиперссылок к отдельным страницам в виде разделов, рубрик, тематических слоев или через глобальный поиск по всему содержанию картографического изображения с использованием ключевого слова;

- Интерактивное взаимодействие пользователя с картографическим изображением, то есть использование мультимедийных методов, пользовательских и поисково-информационных средств в интерактивном режиме работы с картографическим изображением создают интерактивную среду, в которой пользователь получает возможность не только максимально полно получать конечную картографическую информацию о нужной ему территории, но и приобретать навыки работы с картографическим и дополнительным материалом, представленным в разных формах;

- Активное воздействие картографического изображения на пользователя в процессе работы и стимулирует мотивацию получения информации;

- Взаимодействие пользователя с картографическим изображением и гиперссылками развивает новые мультисенсорные ассоциации или связи между полученной информацией и ранее имеющимися знаниями об объекте или явлении картографического изображения;

- Взаимное согласование видеосюжета, голоса диктора, музыкального и шумового сопровождения с визуальным картографическим изображением, что способно намного ярче запечатлеть в памяти пользователя интересующую его информацию о территории. Тактильные ощущения во время работы с картографическим изображением ещё больше усиливает эффект и способность запоминания информации у пользователя. Распространенности в определенной

степени обоснованное мнение, говорит о том, что запоминается 20% того, что слышим, 40% того, что видим и слышим и 75% того, что видим, слышим и делаем.

Важнейшим достоинством мультимедийной картографии является разрешение «вечного» противоречия в картографии между объемом информации и читаемостью картографического изображения. Например, при создании традиционных картографических произведений всегда возникает желание, как можно полнее дать информацию об объектах и явлениях, но при этом не перегрузить картографическое изображение ненужной информацией, которая отвлечет внимание пользователя от главного. При создании картографических произведений с применением мультимедийных средств таких противоречий не возникает, поскольку гиперфайловый принцип просмотра информации картографического изображения позволяет пользователю продвигаться вглубь от общего к частному по индивидуальному поиску и/или выбору информации, а также в дополнительную информацию к Интернет-ресурсам, в принципе не имеющих ограничения.

Таким образом, появилась возможность реализовать восприятие картографической информации за счет представления информации в разных модальностях: визуальной и слуховой (перманентная избыточность) [1-6].

Картографические произведения с мультимедийной информацией превращаются в новый вид произведений и в работе [3] Берлянтом А.М., дано определение *«мультимедийное картографическое произведение – это электронная карта, атлас, глобус, буклет, дополненные мультимедийными средствами (текстами, рисунками, снимками, видеосюжетами, звуковыми клипами и т.п.) и снабженные аппаратом гиперссылок...»*. На основе этого позволяет нам сделать следующий вывод, что нет термина «географический мультимедийный атлас» или «географический атлас с мультимедийными средствами».

Нами была сделана в работе [6] первичная попытка введения в современную картографию термина *«географический мультимедийный атлас»*. Но дальнейшая работа в этом направлении, на основе проведенных исследований и обобщения опыта уже созданных электронных карт, атласов, картографо-информационных справочников, в которых применяются мультимедийные средства, попытаемся сформулировать новые определения *«географический мультимедийный атлас»* и *«географическая мультимедийная карта»*.

Под *географическим мультимедийным атласом* предлагается понимать интегрированное собрание карт, построенное с помощью программных и технических средств, в сочетании разнообразных приемов и методов традиционной картографии и мультимедиа. В этом атласе используется несколько информационных мультимедийных средств помощью перекрестных гиперссылок, которые позволяют осуществлять совместную интеграцию картографических изображений и другой информации в форме текста, звукового сопровождения, графиков, фотографий, видеосюжетов, рисунков,

анимации, двухмерных и трехмерных моделей. Доступ к информационным мультимедийным средам в атласе выполнен по гиперфайловому принципу в интерактивном режиме с помощью пользовательских информационно-поисковых средств, что обеспечивают ссылки на один и тот же массив информации из разных мест атласа.

Географическая мультимедийная карта - это картографическое изображение, построенное с помощью программных и технических средств, в сочетании разнообразных приемов и методов традиционной картографии и мультимедийных элементов, которые привязаны к конкретным объектам карты. На этой карте картографическое изображение и мультимедийные элементы интегрированы в единой информационной среде (оболочке).

Выполненные научные исследования позволяют нам осознать огромные возможности мультимедиа при создании картографических произведений, создают основу для становления и дальнейшего развития мультимедийной картографии. Исследование выполнено при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России 2009-2013 годы» (ГК №02.740.11.0735).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лисицкий, Д. В. Расширение языка картографического изображения в геоинформационном обеспечении территории с помощью мультимедийных методов и гиперфайлового принципа [Текст]/ Д. В. Лисицкий, Е. В. Комиссарова // ГЕО-Сибирь – 2008: сб. материалов IV Междунар. науч. конгр., Новосибирск, 22-24 апр. 2008г.- Новосибирск: СГГА, 2008. – Т. 1, ч. 1. – С. 43-49.
2. Тикунов, В.С. Мультимедиа в географии [Текст] / В.С. Тикунов // Вестн. МГУ. Сер. География. – 1995. – № 5. – С. 47-52.
3. Берлянт, А.М. Картографический словарь [Текст]/ В.М. Берлянт.–М.: Научный мир, 2005. – 424 с.
4. 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. – 352 с.
5. Цветков, В.Я. Модели в информационных технологиях [Текст]: учеб. пособие для вузов/ В.Я. Цветков. – М.: МАКС Пресс, 2006. – 104 с.
6. Семенова, Н.Г. Влияние мультимедиа технологий на познавательную деятельность и психофизическое состояние обучающихся [Текст] / Н.Г. Семёнова, Т.Д. Болдырева, Т.Н. Игнатова // Вестник ОГУ, Оренбург, 2005. – № 4.- С.34-38.
7. Комиссарова, Е.В. Исследование и разработка дизайна мультимедийных учебных карт и атласов [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук / Е.В. Комиссарова. – Новосибирск: СГГА, 2003. – 25 с.

© Д.В. Лисицкий, Е.В. Комиссарова, Е.С. Утробина,
А.А. Колесников, Т.С. Сизикова, 2011

УДК 528.926:004

*Д.В. Лисицкий, М.Н. Колоткин, Е.В. Комиссарова, В.А. Ракунов,
А.А. Колесников, Т.С. Сизикова*
СГГА, Новосибирск

МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ, ОРИЕНТИРОВАННЫХ НА ОТОБРАЖЕНИЕ ДИНАМИКИ ИСТОРИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ

Методы использования традиционных картографических материалов в мультимедийных атласах на данный момент могут быть очень разнообразны вследствие большого количества форматов растровых и векторных данных и различий программного обеспечения.

В статье рассматривается методика подготовки картографических материалов: сканирование бумажных оригиналов, конвертация, очистка и импорт растровых изображений, подготовка векторных данных ГИС, издательских систем различных форматов для их дальнейшего использования в программном обеспечении Adobe Flash. Также кратко описаны этапы подготовки имеющейся информации для последующего использования – расстановка материалов в хронологическом порядке с учетом связей объектов и явлений, переработка условных знаков и легенды карты, создание временной шкалы.

*D.V. Lisitsky, M.N. Kolotkin, Ye.V. Komissarova, V.A. Rakunov, A.A. Kolesnikov,
T.S. Sizikova*
SSGA, Novosibirsk

TECHNIQUES FOR CREATING CARTOGRAPHIC MATERIALS FOR MULTIMEDIA APPLICATIONS AIMED AT HISTORICAL EVENTS REPRESENTATION

The number of the techniques for applying traditional cartographic materials in multimedia atlases is great due to the variety of raster and vector data formats and software.

The paper presents techniques for creating and applying cartographic materials in Adobe Flash software: paper originals scanning, conversion, raster image cleaning and import, preparation of GIS vector data and different formats of publishing systems for import. A brief description of the received information preparation stages is given. It may be used in e-form for arranging the materials in chronological order, their linking, revision of conventional signs and the map legend.

Исследования выполнены при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы» (ГК № 02.740.11.0735).

Использование мультимедийных методов в сочетании с картографическими революционизируют исторические исследования, позволяют подчеркнуть многомерность и образность исторических событий.

Для историка главная проблема в работе заключалась в сложности и трудоемкости согласованности показа динамики исторических процессов, например, связь между явлениями и процессами необходимо проанализировать как в течение времени, так и в пределах конкретного временного отрезка. Новая волна интереса историков вызвана появлением компьютерных технологий и методов, в том числе и мультимедийных, которые дополняют геоинформационную и картографическую информацию информацией в других формах (видео, звук, анимация, ссылки к Интернет-ресурсам). Они позволили радикально изменить работу историков с картографическим изображением.

Привлечение средств мультимедиа, в частности анимации для решения задач исторического исследования позволяет расширить возможности использования исторических карт. Возможность визуализации результатов исторического исследования позволяет обеспечивать публикации высоко информационных картографических произведений с помощью гиперссылок, которые дают возможность историку осуществить важнейший системный принцип – «движение от общего к частному», гибкий и оперативный поиск, визуализацию картографической информации с использованием этих ссылок, при активации которых быстро выводить необходимую информацию на экран монитора.

Основным материалом для создания мультимедийных картографических произведений обычно являются традиционные картографические материалы в виде бумажных оригиналов, диапозитивов, растровых изображений, векторных карт и т.п. Поскольку большинство программ работы с анимацией представляют собой варианты векторных редакторов, то при импорте в них картографических данных возникает ряд проблем.

Обработка растров зависит от самого изображения, растры хорошего качества обычно используются как подложка без векторизации, что позволяет значительно сократить трудозатраты. Требования к качеству растров предъявляют исходя из назначения картографического произведения, его аудитории, актуальности, значимости, присутствию инструментов интерактивного просмотра. Очистку растров от "мусора" осуществляют либо в специализированном программном обеспечении (EasyTrace, SpotLight), либо графических редакторах (Photoshop, GIMP). Стилизацию изображений также обычно предварительно производят в графических редакторах.

Если же растровая карта по качеству не удовлетворяет требованиям, то производят ее векторизацию. Этот процесс осуществляется либо в самой программе создания анимации, либо используется другое программное, позволяющие осуществить векторизацию более быстро и качественно.

Adobe Flash позволяет импортировать векторную информацию из файлов, созданных в Illustrator и FreeHand. Если нужно загрузить данные из CorelDraw, то информацию переносят с помощью файлов формата swf. Перенести данные из ГИС обычно возможно только через формат dxf, если импорт напрямую не работает или дает неудовлетворительные результаты, то файлы dxf загружают в какую-либо издательскую программу и уже из нее сохраняют файлы пригодные для Flash.

Трехмерные изображения в мультимедийных картографических произведениях обычно представлены в виде заранее подготовленных видеороликов. Использование 3D движков, созданных для Flash, обычно ограничивается интерактивным осмотром трехмерного объекта.

Легенда для мультимедийной карты с одной стороны должна отображать все виды условных знаков имеющихся на карте, а с другой должна быть достаточно компактной и простой для восприятия, поскольку обычно такие карты используются неспециалистами.

Обычно программы, предназначенные для создания мультимедийных роликов или презентаций не способны работать с картографическими проекциями, отображать координаты, рассчитывать масштаб отображения и для отображения этих параметров приходится производить вычисления по формулам, в качестве исходных данных, опираясь, как правило, на пиксели.

При создании мультимедийных картографических произведений необходимо учитывать способ распространения. От него зависят итоговые объемы, которых необходимо придерживаться, чтобы пользователь мог без длительного ожидания осуществлять просмотр, если производится распространение через интернет, либо чтобы объем информации помещался на наиболее распространенные носители, если производится тиражирование. Также при просмотре продукта через интернет крупные произведения обычно разделяют на части, которые подгружаются по мере надобности, тем самым уменьшая объем передаваемых данных, поскольку разным пользователям могут понадобиться разные блоки и загружать сразу все элементы часто нецелесообразно. Наиболее просто выделить для загрузки отдельные карты, элементы описания, фотографии и видеоролики, более сложными решениями является разделение большой карты на набор небольших элементов (тайлов), которые динамически подгружаются при перемещении точки просмотра или изменении масштаба.

В мультимедийных произведениях способом организации и связи массивов данных является гиперфайловый принцип. Поэтому при создании обычнее предварительно составляют структурную схему, на которой указаны все карты, их взаимодействие, выделены интерактивные объекты на них, указаны связи между элементами карты и мультимедийными объектами, описана структура главного и вспомогательных меню, наличие библиотеки объектов, поисковой системы.

Если представлено несколько карт одной территории, отображающей различные временные периоды, то логичным является применение временной шкалы, позволяющей наглядно отобразить развитие во времени и произвести

визуальную оценку изменений. Шкалу разбивают на отдельные отрезки, обычно отображающие одинаковые временные интервалы, также на ней могут быть нанесены метки ключевых событий, которые позволяют перейти к фрагменту нужной карты.

Использование слоев позволяет лучше проанализировать состояние местности путем наложения нескольких карт на одну и ту же территорию.

Отображение динамики исторических событий с помощью анимации позволяют усиливать информационную ценность условных знаков как средства передачи информации и особенности их восприятия пользователями карты, при этом расширяя объем информации об объектах или явлениях с помощью гиперссылок на такие источники информации как видеосюжет, звуковое сопровождение и др. [1-5].

В Сибирской государственной геодезической академии на кафедре картографии и геоинформатики в сотрудничестве с кафедрой гуманитарных наук под руководством профессоров, доктора технических наук Лисицкого Д.В. и доктора исторических наук Колоткина М.Н. ведутся научно-исследовательские работы по теме: «Создание серии исторических карт на территорию Новосибирской области с применением мультимедийных методов».

Выполненные научные исследования позволяют нам осознать огромные возможности применения мультимедийных картографических методов при отображении динамики исторических событий в историко-картографических исследованиях, создают основу для становления и дальнейшего развития мультимедийной картографии, в частности анимационного картографирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лисицкий, Д. В. Эволюция историко-картографического метода исследования исторических процессов в связи с применением мультимедийных методов [Текст] / Д.В. Лисицкий, М.Н. Колоткин, Е.В. Комиссарова, В.А. Ракунов, А.А. Колесников, А.В. Фишер // ГЕО-Сибирь – 2008: сб. материалов IV Междунар. науч. конгр., Новосибирск, 22-24 апр. 2008 г.- Новосибирск: СГГА, 2008.– Т. 1, ч. 1. – С. 118– 121.

2. Берлянт, А.М. Картографический словарь [Текст] / В.М. Берлянт. - М: Научный мир, 2005.- 424 с.

3. Берлянт А.М. Картография: учебник / А.М. Берлянт.- 2 –е издание, исправленное и дополненное. – М.:КДУ, 2010. – 328 с.: ил. табл.;[16с.]: цв. ил.

4. 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.

5. Геоинформатика: в 2 кн. [Текст] / 1:учебник для студ. Высш. Учеб. заведений / Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов и др.; под ред. В.С. Тикунова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 384 с.

© Д.В. Лисицкий, М.Н. Колоткин, Е.В. Комиссарова, В.А. Ракунов,
А.А. Колесников, Т.С. Сизикова, 2011

УДК 528.926:004

*Д.В. Лисицкий, Е.В. Комиссарова, Е.С. Утробина, А.А. Колесников,
Т.С. Сизикова*
СГГА, Новосибирск

ОБЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ СОЗДАНИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО МУЛЬТИМЕДИЙНОГО АТЛАСА И ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ МУЛЬТИМЕДИЙНОЙ КАРТЫ

Технология в области географических карт и атласов с применением мультимедийных средств находится в стадии разработки и до сих пор продолжает претерпевать не устоявшиеся изменения.

На основе рассмотренных базовых возможностей мультимедиа и опираясь на опыт отечественной географо-картографической школы по созданию традиционных карт и атласов, предлагаются общие технологические схемы создания географического мультимедийного атласа и географической мультимедийной карты.

D.V. Lisitsky, Ye.V. Komissarova, Ye.S. Utrobina, A.A. Kolesnikov, T.S. Sizikova
SSGA, Novosibirsk

GENERAL TECHNOLOGICAL SCHEMES FOR CREATING GEOGRAPHIC MULTIMEDIA ATLAS AND MAP

Technologies of atlases- and map-making using multimedia are still under development. On the basis of the multimedia basic capabilities, taking into account the domestic geographic and cartographic school experience in traditional atlases- and map-making the authors offer general technological schemes for creating geographic multimedia atlas and map.

Исследования выполнены при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы» (ГК № 02.740.11.0735).

Не только терминология, но, даже технология в области географических карт и атласов с применением мультимедийных средств находится в стадии разработки и до сих пор продолжает претерпевать не устоявшиеся изменения.

Основным документом географического мультимедийного атласа является *сценарий атласа* [1-4], в котором с помощью перекрестных гиперссылок используется несколько информационных мультимедийных сред и осуществляется совместная интеграция картографического изображения и другой информации мультимедиа. А для географической мультимедийной карты основным документом, как и для традиционных карт, является

программа карты, так как на этой карте картографическое изображение и мультимедийные элементы интегрированы в единой информационной среде.

На основе рассмотренных базовых возможностей мультимедиа, выделенных ряд преимуществ использования мультимедийных средств в картографическом изображении, а также опираясь на опыт отечественной географо-картографической школы по созданию традиционных карт и атласов [5-6], предлагаются общие технологические схемы создания географического мультимедийного атласа и географической мультимедийной карты.

Предлагаемые технологические схемы состоят из следующих этапов:

Технологические этапы создания

географической мультимедийной карты

1 этап – Разработка проекта географической мультимедийной карты.

Для разработки географической мультимедийной карты служит задание на карту и формирование коллектива, работающего над созданием карты. Задание на карту обычно включает:

объяснительную записку (назначение карты, обоснование ее содержания, тематики, объема, указания по сбору основных и дополнительных источников и т.д.); предъявляемые требования и область применения карты.

2 этап – Разработка программы карты.

Этот этап является важным подготовительным этапом создания географической мультимедийной карты.

Программа карты разрабатывается согласно названию, назначению, предъявляемым требованиям и области ее применения.

Программа карты включает в себя: разработку макета компоновки страницы и дизайна карты в целом; разработку содержания карты и мультимедийной информации;

проектирование базы данных карты.

3 этап – Разработка (или выбор) комплекса программных средств.

Данный этап включает выбор и разработку: программное обеспечение для создания карты в целом;

программное обеспечение для обработки разнородных данных вводимых в компьютер; программное обеспечение для составления

Технологические этапы создания

географического мультимедийного атласа

1 этап – Разработка проекта географического мультимедийного атласа.

Для разработки географического мультимедийного атласа служит задание на атлас и формирование коллектива, работающего над созданием атласа. Задание на атлас обычно включает:

объяснительную записку (назначение атласа, обоснование его структуры, тематики, объема, указания по сбору основных и дополнительных источников и т.д.); предъявляемые требования и область применения атласа

2 этап – Разработка сценария атласа.

Этот этап является важным подготовительным этапом создания географического мультимедийного атласа.

Сценарий атласа разрабатывается согласно названию, назначению, предъявляемым требованиям и области его применения.

Сценарий атласа включает в себя:

разработку макета компоновки страниц и дизайна атласа в целом; разработку содержания атласа и структуру его разделов (тем); разработку списка карт по разделам (тем), который раскрывает структуру атласа; проектирование базы данных атласа.

3 этап – Разработка (или выбор) комплекса программных средств.

Данный этап включает выбор и разработку: программное обеспечение для создания атласа в целом;

программная оболочка для использования атласа;

программное обеспечение для обработки разнородных данных вводимых в компьютер; программное обеспечение для составления

карты и внедрения мультимедийной информации.

При разработке комплекса программных средств используется стандартное и специальное программное обеспечение.

4 этап – Редакционно-подготовительные и составительско-оформительские работы включают следующее:

сбор и подготовка материалов для карты в целом;
обработка исходных материалов;
составление карты и разработка дизайна карты на компьютере;
разработка мультимедийной информации и ее связей с объектами карты;
разработка компьютерных условных знаков в статике и динамике для карты;

наполнение базы данных.

5 этап – Составление, создание и изготовление географической мультимедийной карты включает в себя: составление компьютерного оригинала карты;
принтерную распечатку карты (контрольная) с условными знаками (в статике);
корректуру карты на бумажной основе и в электронном виде (например, карты с условными знаками в динамике);
редакционный просмотр мультимедийной информации; исправление карты;
добавление дополнительной информации;

отладку географической мультимедийной карты;
изготовление мастер-диска либо набора файлов для распространения через интернет.
6 этап – Тиражирование географической мультимедийной карты включает в себя:

тиражирование мастер-диска.

карт, разработки топологии гиперссылок и страниц гиперссылок с мультимедийными файлами.

При разработке комплекса программных средств используется стандартное и специальное программное обеспечение.

4 этап – Редакционно-подготовительные и составительско-оформительские работы включают следующее:

сбор и подготовка материалов для атласа в целом;
обработка исходных материалов;
составление карт и разработка дизайна карт на компьютере;
разработка топологии гиперссылок и страниц гиперссылок с мультимедийными файлами;
разработка компьютерных условных знаков в статике и динамике, общих для всех карт и отдельно для каждой карты;
наполнение базы данных данными.

5 этап – Составление, создание и изготовление географического мультимедийного атласа включает в себя: составление компьютерного оригинала атласа;
принтерную распечатку карт (контрольная) с условными знаками (в статике);
корректуру карт на бумажной основе и в электронном виде (например, карты с условными знаками в динамике);
редакционный просмотр атласа в целом; исправление карт; добавление дополнительной информации; исправление страниц и топологии гиперссылок;
отладку географического мультимедийного атласа в целом;
изготовление мастер-диска либо набора файлов для распространения через интернет.
6 этап – Разработка руководства пользователя и тиражирование включает в себя:

разработка эксплуатационной документации;
тиражирование мастер-диска;
тиражирование информации об атласе (руководство пользователя атласом и сведения о разработчиках атласа) на бумажной основе.

Выполненные исследования позволяют нам осознать огромные возможности применения мультимедийных методов в картографии и создают

основу для дальнейшего становления и развития технологии создания географических мультимедийных карт и атласов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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. – 175 с.
2. Комиссарова, Е.В. Технология создания электронных картографических атласов [Текст]/ Е.В. Комиссарова, В.С. Писарев // ГЕО-СИБИРЬ –2005: сб. материалов I Междунар. науч. конгр., Новосибирск, 25-29 апр. 2005г. – Новосибирск: СГГА, 2005. – Т. 4.–С. 177-181.
3. Вилков, А.Ю. Этапы создания мультимедийных атласов кампусов (на примере атласа МГУ) [Текст]/ А.Ю. Вилков// Геоинформатика – 2005. –№ 4. – С.22-30.
4. Геоинформатика: в 2 кн. [Текст] / 1:учебник для студ. Высш. Учеб. заведений / Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов и др.; под ред. В.С. Тикунова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 384 с.
5. Сваткова, Т.Г. Атласная картография [Текст]/ Т.Г. Сваткова. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 203 с.
6. Берлянт, А.М. Картографический словарь [Текст] / В.М. Берлянт. – М: Научный мир, 2005. – 424 с.

© Д.В. Лисицкий, Е.В. Комиссарова, Е.С. Утробина,
А.А. Колесников, Т.С. Сизикова, 2011

УДК 528.926:004

С.С. Дышлюк, О.Н. Николаева, Л.А. Ромашова, С.А. Сухорукова
СГГА, Новосибирск

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ СОСТАВЛЕНИЯ ТЕМАТИЧЕСКИХ КАРТ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ В ИСА ГИС

В статье рассмотрены научно-методические основы формализации процессов создания тематических карт в ГИС-среде, предполагающие прежде всего четкое пошаговое описание этих процессов. Предложены принципы формализации процессов составления тематических карт, технологическая схема, включающая ряд этапов, последовательное осуществление которых позволяет решить типовые задачи ИСА ГИС. В соответствии с предложенным перечнем формализованных типовых задач, предложена классификация создаваемых тематических карт в ИСА ГИС, а также определены действия пользователя при решении как административно-управленческих, так и научно-справочных задач с помощью ИСА ГИС.

S.S. Dyshlyuk, O.N. Nikolayeva, L.A. Romashova, S.A. Sukhorukova
SSGA, Novosibirsk

METHODOLOGICAL BASIS FOR FORMALIZATION OF THEMATIC MAPPING PROCESSES OF REFERENCE-ANALYTICAL GIS TOOL IMPLEMENTATION

Methodological basis for formalization of thematic mapping processes in GIS environment is considered. It provides precise step-by-step description of the processes. The principles of thematic mapping processes formalization and the flowchart with a number of stages are offered. The consecutive order of the stages permits solving routine problems of reference-analytical GIS tool. In accordance with the offered list of formalized routine problems the classification of the thematic maps produced by reference-analytical GIS tool is given. The user's operations for solving both administrative-and-managerial and research-and-reference problems using reference-analytical GIS tool are described.

Исследование выполнено при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России 2009-2013 годы» (ГК № 02.740.11.0735).

Формализация в общем случае понимается как представление какой-либо содержательной области (рассуждений, доказательств, процедур классификации, поиска информации научных теорий) в виде формальной системы, или исчисления [1]. В настоящее время, с учетом повсеместного использования компьютерной техники и ГИС-технологий, формализация

процессов создания карт является одной из актуальных задач картографии. Как отмечает ряд авторов [2, 3], внедрение формальных процедур в картографические работы позволяет автоматизировать выполнение наиболее рутинных и трудоемких этапов создания карты, благодаря чему высвобождается время для экспериментов и творчества в области картографического моделирования и оформления карт.

Формализация процесса создания тематических карт в ГИС-среде предполагает прежде всего четкое пошаговое описание этого процесса, опирающееся на ряд принципов, которые определяют характеристики картографируемых показателей и методику составления цифровых карт. Выполняемая формализация является необходимым этапом при разработке информационной справочно-аналитической геоинформационной системы (ИСА ГИС), разрабатываемой в Сибирской государственной геодезической академии в рамках указанного государственного контракта.

Нами были разработаны следующие принципы:

1. Сложный и многогранный процесс создания тематических карт сводится к решению в ИСА ряда типовых задач. Формулировка задач максимально проста и понятна пользователю, и требует от него лишь выбора показателей картографирования, которые будут использоваться на создаваемой карте. Далее построение карты происходит в автоматическом режиме. Данный принцип значительно упрощает использование ИСА ГИС широкими слоями населения, привыкшего работать с готовыми картами, но не имеющего опыта в их составлении.

2. При решении конкретной типовой задачи используются показатели, официально утвержденные и принятые Федеральной службой государственной статистики при ведении Российской государственной статистики. Данный принцип обеспечивает интуитивную понятность процесса составления карт как работникам административных органов, так и специалистам научно-исследовательских учреждений разного рода, поскольку им приходится иметь дело с привычным понятийным аппаратом и терминологией.

3. Для картографической реализации типовых задач, решаемых ИСА ГИС целесообразно применять способы картографического отображения, выбранные с учетом характера распространения картографируемых объектов (явлений) и специфики отображаемых показателей. В частности:

- Способ картограммы - используется для показа относительных статистических показателей по единицам административно-территориального деления;
- Способы картодиаграммы – используется для изображения абсолютных статистических показателей по единицам административно-территориального деления с помощью диаграммных знаков;
- Способ изолиний - применяется для изображения непрерывных, плавно изменяющихся явлений, образующих физические поля;
- Способ линейных знаков – используется для изображения реальных или абстрактных объектов, локализованных на линиях;

- Способ значков – применяется для показа объектов, локализованных в пунктах и обычно не выражающихся в масштабе карты;
- Способ ареалов – состоит в выделении на карте области распространения какого-либо сплошного или рассредоточенного явления.

Данный принцип обеспечивает наглядность и высокую информационную емкость создаваемых карт.

4. Технологическая последовательность решения типовой задачи предусматривает возможность размещения полученной карты в сети Интернет. Конвертация карты осуществляется в ГИС-приложение, при этом используется специально разработанный конвертор. В результате создается полноценная копия карты в векторном формате данных, в которой при необходимости имеется возможность создания новых и редактирования имеющихся данных. Данный принцип обеспечивает как легкость публикации созданных карт, так и упрощает обмен картографической информацией с другими пользователями ИСА ГИС.

Разрабатываемая ИСА ГИС предназначена для сбора, хранения, обработки и использования различной информации о природных, социально-экономических и экологических объектах и явлениях, локализованных в пределах конкретного региона. Использование ИСА ГИС даст возможность осуществлять разнообразные аналитические манипуляции над пространственно распределенными данными и наглядно отображать результаты пространственного анализа на цифровых и электронных картах, являющихся научно-справочным пособием для специалистов органов государственной власти и местного самоуправления.

Информационное наполнение ИСА ГИС, воплощенное на практике в виде баз данных, цифровых и электронных карт найдет широкое практическое применение при поиске путей наиболее сбалансированного социально-экономического развития, разработке различных программ экономического развития региона, при обосновании инвестиций, подготовке нормативных и правовых актов. Поэтому для формирования у пользователей ИСА ГИС полноценного и всестороннего представления об экономической структуре данного региона, информационное обеспечение должно включать в себя статистические данные, на базе которых в ИСА ГИС формируются информационные блоки:

Социальный: население, труд и занятость, уровень жизни, образование, здравоохранение, правонарушения, промышленное производство, сельское хозяйство, строительство, транспорт и связь.

Экономический: торговля и услуги населению; финансы, внешнеэкономическая деятельность.

Природный: окружающая среда.

Для успешной реализации ИСА ГИС предлагается технологическая схема, включающая ряд этапов, последовательное осуществление которых позволяет решить типовые задачи, сформулированные в информационных блоках (рис. 1).



Рис. 1. Технологическая схема реализации типовых задач ИСА ГИС

Пользователю ИСА ГИС предлагается широкий спектр тематики создаваемых карт, освещающих различные аспекты состояния окружающей среды, экономики и социальной жизни. Исходя из этого сформулирован перечень типовых задач, решаемых пользователем:

1. Определение плотности или распространения каких-либо объектов или явлений на заданной территории.
2. Определение удельного веса каких-либо объектов или явлений.
3. Отображение структуры какого-либо объекта или явления.
4. Отображение динамики какого-либо объекта или явления.

Для каждой из вышеперечисленных задач формализован перечень исходных данных, расчетные показатели и методика расчета, используемые способы картографического отображения. В соответствии с предложенным перечнем формализованных типовых задач, создаваемые тематические карты в ИСА ГИС имеют следующую классификацию (рис. 2):



Рис. 2. Классификация тематических карт в ИСА ГИС по запросам пользователей

Таким образом, действия пользователя сводятся к выбору темы создаваемой карты и способу локализации исходных данных (рис. 3).



Рис. 3. Алгоритм действий пользователя

В целом перечень карт, создаваемых в среде ИСА ГИС, охватывает все основные сферы жизнедеятельности любого региона, что обеспечивает территориальную независимость создаваемой ИСА ГИС. Благодаря формализации пользовательских задач, и стандартизации исходных данных, используемых для их решения, разрабатываемая ИСА ГИС становится универсальным программным средством, позволяющим создавать картографическое обеспечение для решения как административно-управленческих, так и научно-справочных задач.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Большой энциклопедический словарь [Текст] – М.: АСТ, 2008. - 1248 с.
2. Капралов Е.Г., Кошкарев А.В., Тикунов В.С. Геоинформатика [Текст]: учебн. для вузов // Под ред. В.С. Тикунова / М., Академия, 2005. – 480 с.
3. Кравченко О.Л. Смежные дисциплины и предмет геоинформатики. <http://www.geodesy.net.ru/rubrik/gis/geoinformatika/smezhnye-distipliny-i-geoinformatiki>.

© С.С. Дышлюк, О.Н. Николаева, Л.А. Ромашова, С.А. Сухорукова, 2011

УДК 004:528.91

В.В. Мандругин, О.П. Архипенко

СГГА, Новосибирск

WEBGIS КАК РЕЗУЛЬТАТ ИНТЕГРАЦИИ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ

В настоящее время развитие Интернет-технологий с каждым годом набирает обороты. Но еще быстрее происходит развитие геоинформатики и ГИС. Благодаря их симбиозу появились WebGIS, которые получили большое распространение.

V.V. Mandrugina, O.P. Arkhipenko

Siberian State Academy of Geodesy (SSGA)

10 Plakhotnogo Ul., Novosibirsk, 630108, Russian Federation

WEBGIS AS RESULT OF INTEGRATION OF GIS AND INTERNET TECHNOLOGIES

Now development of internet technologies grows every year. But even faster there is a development of geoinformatics and GIS. Thanking their symbiosis have appeared WebGIS which have gained the big propagation.

Исследование выполнено при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России 2009-2013 годы» (ГК № 02.740.11.0735).

Несколько лет назад, такие мировые гиганты как Yahoo, Microsoft опубликовали первые онлайн URL-каталоги, которые были названы *порталами*. Спустя несколько лет активного развития, Интернет занял основное место в области информационного обмена, стал неотъемлемой частью глобальной культуры и продолжает охватывать все новые и новые области деятельности. Одной из таких областей стало создание и использование ГИС и геопространственных данных.

Многие из тех, кто пользуется геопространственными данными, надеются, что благодаря новым технологиям порталы с внедренными геопространственными данными и приложениями займут достойное место на рынке информационных технологий.

Разработчики ГИС с большим энтузиазмом восприняли становление Web-технологий, и настоящее время в обязательном порядке снабжают свои программные продукты модулями, поддерживающими технологию «клиент-сервер». Со временем, интеграция ГИС с Web-технологиями стало одним из привлекательных и полезных направлений.

После формирования направления развития геоинформатики и ГИС, связанного с Интернет-технологиями, закрепились и новые направления исследований, а также появилась новая терминология, например: Web-картографирование (Web-mapping), Картографический Интернет-сервер (Internet Map-Server – IMS), Распределенная географическая информация (Distributed Geographic Information – DGI).

Сложность и специфика структуры географической информации порождает много различных проблем, которые сказываются на скорости развития геоинформационных технологий. Из их множества стоит выделить основные три:

- Проблема развития технологий работы с геоинформацией, которые включают создание специализированных программных средств для серверов, где она хранится и обрабатывается, для клиентских мест, где эта информация используется и анализируется, для сетевых коммуникаций, где контролируются потоки геоинформации между серверами и клиентами.

- Проблемы разработки стандартов, обеспечивающих полноценный и эффективный сетевой обмен весьма разнородной географической информацией, поддерживаемой не менее разнородными технологическими платформами и системами;

- Проблемы проведения исследований по повышению скорости обработки запросов, формирования и передачи картографических изображений, повышения функциональности предлагаемых сервисов, совершенствования способов хранения больших объемов географической информации, повышения качества картографической визуализации. [2]

Результатом интеграции Web-технологий и ГИС стало формирование нового технологического направления работы с геопространственными данными в сетевом режиме, которое получило название WebGIS-системы. Основным достоинством этих систем является то, что она связывает между собой геоданные, рассредоточенные по всему миру. Для этих данных Брэндон Плеве (Brandon Plewe) предложил термин «Распределенная Географическая информация» (Distributed Geographic Information). [2]

Стоит отметить, что для работы с WebGIS достаточно иметь web-браузер, входящий в стандартную комплектацию самых распространенных операционных систем, оснащенный стандартными или, если того требует WebGIS, специализированными программными приложениями. Данное свойство WebGIS позволяет создавать платформонезависимые системы, так как результатом обработки информации является скомпилированная на сервере гипертекстовая страница.

В результате анализа существующих web-ресурсов в данной области, можно выделить несколько различных направлений их функционального применения:

- Справочно-информационное картографическое обслуживание;
- Справочно-аналитическое картографическое обслуживание;
- Тематико-картографическое обслуживание;

– Визуально-картографическое представление цифровых баз геоданных в интересах их распространения.

Как видно, все перечисленные направления опираются на картографическое представление запроса или его результата, что позволяет считать практически все WebGIS-серверы «Картографическими Интернет-Серверами». [2]

В связи с усложнением территориальной инфраструктуры среды обитания и повышении общей мобильности человека, у пользователей сети Интернет растут потребности, прежде всего в актуальных и качественных картографических материалах. Следовательно, картографические Интернет-ресурсы обязаны развиваться более быстрыми темпами, нежели другие информационные ресурсы глобальной сети.

В результате этого, потребовался переход от статичного представления карт к интерактивным картографическим материалам и географической информации, отображение которой формируется в зависимости от требований пользователя. В настоящее время, на некоторых порталах, таких как Yandex.ru, Google.com, уже осуществлена более глубокая взаимная интеграция элементов ГИС- и Интернет-технологий и сервисов, а именно: при поиске адреса какой-либо организации, в результатах отображается ее местоположение на карте, ведется активный мониторинг автомобильных пробок в мегаполисах.

Информационные продукты, получаемые в результате развития данного направления, в настоящее время пользуются все большим спросом во всех областях хозяйственной деятельности человека, но вместе с тем растут и требования, предъявляемые к ним. В результате повышения требований к качеству, актуальности и достоверности геопространственных данных, возникает необходимость в дальнейших исследованиях данной области.

Авторами данной статьи ведутся исследования в области уменьшения размера изображения с минимальным ущербом его качества, а так же в области точности позиционирования точечного объекта на интернет-карте.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Jonathan W. Lowe «Geospatial Web Portals» / Jonathan W. Lowe // Geospatial Solutions. – 2004. – С. 42-45.
2. Геоинформатика: учеб. для студ. вузов / Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов и др.; под. ред. В.С.Тикунова. – М.: Академия, 2005. – 477 с.

© В.В. Мандругин, О.П. Архипенко, 2011

УДК 528.1: 631.4

И.О. Надыров

СГГА, Новосибирск

ОТРАЖЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ ВРЕМЕНИ НА АНИМИРОВАННЫХ КАРТАХ

В докладе приводится обзор точек зрения ведущих картографов на отражение концепции времени на анимированных картах, даются варианты классификаций типов географического времени и методика представления времени на анимированных картах.

I.O. Nadirov

Siberian State Academy of Geodesy (SSGA)

10 Plakhotnogo Ul., Novosibirsk, 630108, Russian Federation

TEMPORAL CONCEPTION ON ANIMATED MAPS

In article is considered review points of view of leading cartographers about temporal conception on animated maps, considered versions of classification types of geographic time and the methods time presentation on animated maps.

Исследование выполнено при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России 2009-2013 годы» ГК №02.740.11.0735).

Карты всегда отображали время. Еще в 30-е годы картографы экспериментировали с добавлением величины времени, чтобы адекватно представить динамику географических процессов на анимированных картах. Проблема состояла в том, что время зачастую не было ни явной, ни главной целью карт. В результате, картографы относились ко времени как к атрибуту, а не как к изменяющемуся параметру. Другими словами, многие статические карты, если и делали упоминание о времени, то приводили его просто как дату или как простую временную отметку событий (например, битва произошла здесь в таком-то году). Важно отметить, что время, не структурированное измерение наравне с пространством, а атрибут, прикрепленный к местоположению [1].

Карты без изображения времени проблематичны, потому что они изображают мир в «вечном настоящем» и исключают концепцию процесса. Langran предположил, что исторически картографы активно избегали задач, связанных со временем, отражая на картах, главным образом, статические задачи, «тем самым избегая бремени решения временных явлений используемых карт» [2]. Будучи ограниченными статическими изобразительными технологиями (например, бумагой), большинство западных карт традиционно предпочитали пространство времени и, таким образом, чаще

представляли состояния, чем процессы. Однако с развитием географической визуализации (для экспертов) и интерактивных web-карт (для публики), представление времени стало обычным для картографов. Активная группа исследователей призвала эмпирически проверить теорию и практику о понятии времени на картах, после чего дать правильное понимание термина «временная картография».

С приходом географической визуализации и основанных на компьютерных технологиях анимированных карт, а также (совсем недавно) интерактивных карт, основанных на сетевых технологиях, время стало легче и представлять, и, что важнее, производить при картосоставлении.

Анимированные карты становятся популярными в последние годы, потому что они гармонично сочетают время с изменением дисплейной графики (или на картах), они потенциально лучше подходят к этой задаче [3].

Хороший пример того, как анимированные карты стимулируют новые знания, предоставили Dorling and Openshaw [5]. В результате их обследования темпов распространения лейкемии в северной Англии на анимированных картах появились области (локализованные в пространстве и времени), ранее не признаваемые активными. Активные области распространения рака в специфических районах проявлялись только несколько лет и были пропущены в предыдущих (статических) исследованиях, потому что компонента данных, изображающих время, была свернута, таким образом, получилась грубая размытость ситуаций за счет объединения лет с низкой заболеваемостью с годами активности [5]. Анимации также выявили вторичные неожиданные процессы, которые они описали как «специфические колебания», выявив, что случаи лейкемии в Манчестере и Ньюкасле встречались с периодичностью приблизительно в пять лет. Выводы, подобные этим, предоставляют полезную стартовую позицию для других официальных пространственно-территориальных исследований.

Wood [6] ругает картографов за попытку убрать время из карты и утверждает, что «время остается скрытым аспектом» в картографии. Но карта кодирует время в той же степени, в какой она кодирует пространство и это вызывает необходимость временной составляющей, которая расширяет возможности карты благодаря временным измерениям.

Типы географического времени

Время и изменение являются широкими понятиями, и как существуют различные типы установленных данных (например, качественные и количественные данные), так существуют и различные типы времени. Еще важнее, что существуют различные графические «правила» для различных типов пространственных данных (например, качественные цветовые схемы категорий данных). Это повод поверить, что различные типы времени требуют различные графические подходы, хотя требуется в будущем работа в данной области, чтобы выяснить какими они должны быть.

Картографы различают различные типы географических примитивов: точки, линии, поверхности, объемы. Существуют различные уровни измерения дат: номинальные, порядковые, интервалы и соотношения. Например, погода

может быть «теплой» (качественная безусловная оценка) или она может быть охарактеризована, как 35° С (количественная числовая оценка). Также можно констатировать, что существуют различные типы времени. Ниже приведены некоторые классификации.

Isard [7] охарактеризовал четыре типа времени:

- «универсальное время», которое абсолютно и линейно;
- «циклическое время», такое как дневные модели;
- «порядковое время», которое регистрирует приведение событий в порядок;
- «время как дистанция», в котором для представления времени используется пространственное измерение.

Frank [8] идентифицирует три основных типа времени: линейное, циклическое и разветвляющееся.

Линейное время зависит от шкалы измерения. Линейное время, измеряемое по обычной шкале, представляет последовательность событий, в то время как линейное время, измеренное численно, представляет длительность. Длительность может быть непрерывной и прерывающейся.

Циклическое время выражает идею повторяемости или периодичности в последовательности событий, которые могут происходить в целом в регулируемом и нерегулируемом виде.

Разветвляющееся время используется для описания будущих возможностей. Чем дальше будущее уходит, тем больше число возможных временных путей.

Haggett [9] описывает четыре типа временных измерений в географии: константы, тенденции, циклы и сдвиги.

Константы (т.е. длинные периоды без изменения) и тенденции (т.е. линейные изменения) относятся к долговременным изменениям.

Циклы описывают периодические модели, и сдвиги описывают внезапные изменения (не обязательно периодические).

Представление времени на анимационных картах

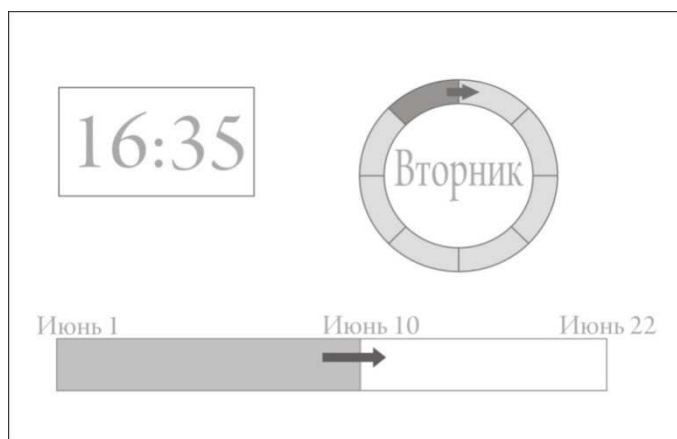
Одна из основных причин, по которым создаются анимационные карты, – необходимость показать, как что-то изменяется во времени. Анимационные карты отражают изменяющийся мир. Мир не «заморожен», как статическая карта, он очень динамичен, и когда на карту наносится что-то вроде изменения уровня безработицы или изменения климата, на карте оказываются изображёнными комплексные процессы, происходящие в пространстве и времени. Это создаёт впечатление, что есть смысл использовать анимационные карты, чтобы фиксировать и совмещать природу динамических процессов со временем на картах.

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

С течением времени анимации нарастает общий объём показываемой информации, но это чревато для пользователя. Чем дольше длится анимация, тем труднее запоминание каждого кадра.

Другими словами, хотя объём данных, который может быть представлен анимацией, не ограничен виртуально, он ограничивается тем, как долго пользователь может извлекать суть из анимации и хранить её в кратковременной визуальной памяти. От чрезмерного объёма информации пользователю будет больше вреда, чем пользы. Поэтому большинство анимационных карт коротки и длятся не дольше минуты.

В то время как статические карты имеют пространственную шкалу (т.е. 1 сантиметр = 1 километр), временные анимационные карты имеют временную шкалу. Это соотношение между реальным мировым временем и временем движения. Другой важный аспект анимационных карт – это временное модулирование/разбиение (конечная единица времени) и темп (объём данных в единицу времени).



Выше приведены три основных вида временных легенд: цифровые часы, циклическая и линейная. Хорошая временная легенда связана с тремя факторами:

1. Каков *текущий момент* (т.е. 10 июня);
2. Какова *тотальная протяжённость* времени анимации (т.е. 1 – 22 июня);
3. Где *тот момент* в отношении анимации как в целом (т.е. Около половины пути).

И циклическая, и линейная легенды могут объединять все эти факторы и послужить хорошим вариантом. Цифровые часы могут представлять только первый из них (каков текущий момент) и это не лучший выбор для большинства анимаций, хотя он хорошо сочетается с двумя другими.

Линейная временная легенда подчёркивает продвижение событий во времени, в то время как циклическая временная легенда – хороший выбор при циклической повторяемости данных (т.е. делается акцент на ежедневности или сезонности). Из-за этого часто предполагаемые виды легенд поддерживают разные задачи прочтения карт, и картографы часто включают больше одной легенды в одну карту. Временные легенды должны быть включены в любую

анимационную карту временных данных, и если есть сомнения, можно добавить ещё одну.

Объединение данных, используемое для изменения длительности времени представления каждого кадра анимации, также известно как временная грануляция. Это даёт возможность наблюдателям создавать временные доли различной толщины, так что мельчайшие моменты, которые можно видеть в анимации, могут быть изменены от часов до дней или месяцев. Многие анимационные карты используют временную интерполяцию для «временной замены» отсутствующих временных периодов или для создания более полной анимации. Нечасто можно увидеть карты, в которых интерполируемые данные превосходят численно «реальные» данные в отношении 10:1. В то же время, интерполяция – трудоёмкое занятие [10].

Выводы

В обозримой перспективе многие авторы годами поощряли необходимость временной интерполяции для создания более полной анимации, что, по их мнению, может быть более привлекательно и более понятно. Однако, при всей популярности временной интерполяции, ее познавательная эффективность только частично изучена и результаты наводят на мысль, что предпочтительнее карты с интерполяцией, хотя это не упрощает задачи прочтения карты.

Однако непомерная временная интерполяция может создать обманчивые и вводящие в заблуждение изображения, такие как скачкообразные изменения на изображённой местности, неточно показывая постепенный пространственный переход из точки А в точку В. Особенно это может происходить в тех случаях, когда отсутствует глубокое понимание того, как развиваются процессы, и вид пространственно временных модулей, которые можно ожидать увидеть.

Большое преимущество статических изображений времени в том, что они имеют тенденцию быть целостными и могут изобразить все временные периоды одновременно, позволяя читателю проверить и сравнить моменты (и пространственные образцы). Типичная анимационная карта представляет единственный момент мимолётно, и пользователь должен наблюдать и, что более ответственно, запоминать, а потом совмещать в своей голове каждый кадр анимации, чтобы увидеть все данные.

Ясно, что вопрос требует дальнейшего изучения. Одним из удачных способов решения проблемы является совмещение статической и динамической информации на одной карте, то есть создание интерактивной карты: статическая карта даёт понятие о явлении в целом, а запускаемая пользователем анимация раскрывает различные аспекты явления, плохо изображаемые на статической карте.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Harrower, Mark The Role of Map Animation for Geographic Visualization/ Mark Harrower// Cartography 2.0 Axis Maps LLC – University of Wisconsin. – 2009.
2. Langran, G. Time in Geographic Information Systems/ G. Langran// The Cartographic Journal. – 1992. – 29 – P. 101–108.

3. Campbell, C. S. Animated cartography: thirty years of scratching the surface / C.S. Campbell, S. L. Egbert// Cartographica. – 1990.
4. DiBiase, D. Animation and the role of map design in scientific visualization/ D. DiBiase, A. M. MacEachren, J. B. Krygier, C. Reeves// Cartography and Geographic Information Systems. – 1992.
5. Dorling, D. Using computer animation to visualize space–time patterns. Environment and Planning/ D. Dorling, S. Openshaw// Planning and Design. – 1992.
6. Wood, D. The Power of Maps/ D. Wood// London: Guilford Press. – 1992.
7. Isard, W. On notions of models of time/ W. Isard// Papers of the Regional Science Association – 1970.
8. Frank, A. Different types of ‘times’ in GIS. In Spatial and Temporal Reasoning in Geographic Information Systems/ A. Frank. – 1994.
9. Haggett, P. The Geographer’s Art / P. Haggett // MA, Basil Blackwell. – Cambridge: – 1990.
10. Tobler, W.R. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region / W.R. Tobler// Economic Geography 46. 1970. – C. 234-240.

© И.О. Надыров, 2011

УДК 528.952

Д.Б. Новоселов, В.А. Новоселова

СибГИУ, Новокузнецк

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ ВИРТУАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ МЕСТНОСТИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Для изучения топографических карт и моделей рельефа преподавателями кафедры геологии и геодезии СибГИУ были созданы виртуальные модели местности, с помощью которых можно продемонстрировать рельеф местности в 3D.

D.B. Novoselov, V.A. Novoselova

The Siberian State Industrial University (SibSIU)

42, Kirova Str., Novokuznetsk, 654007, Russia

USE OF THREE-DIMENSIONAL VIRTUAL MODELS OF DISTRICT IN EDUCATIONAL PROCESS

For studying of topographic maps and models of a relief teachers of chair of geology and a geodesy SibSIU had been created virtual models of district with which help it is possible to show a lay of land in 3D.

Кафедра геологии и геодезии Сибирского Государственного Индустриального Университета была создана одной из первых при открытии в 1948г. Горного факультета. В 2008 году ей исполнилось 60 лет. Кафедра ведет интенсивную издательскую и научную работу. Изданы учебные пособия по дисциплинам геологического и геодезического циклов. Ежегодно сотрудники кафедры принимают участие в международной выставке и научном конгрессе «Гео-Сибирь» в г. Новосибирске, а в своей работе стараются использовать последние достижения технического прогресса.

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

При изучении студентами курса инженерной геодезии на лабораторных занятиях с помощью проектора демонстрируются основные преимущества цифровых карт над бумажными. При этом основной проблемой является наглядно показать рельеф местности. Сложность состоит в том, что рельеф – пространственный объект, и мы его обычно рассматриваем в перспективе, тогда

как изображаем ортогонально на плоскости. Для демонстрации рельефа местности преподавателями кафедры была создана Виртуальная Модель Местности (ВММ) в 3D.

Виртуальная модель местности – математическая модель местности, содержащая информацию о рельефе земной поверхности, ее спектральных яркостях и объектах, расположенных на данной территории, и предназначенная для интерактивной визуализации, и обладающая эффектом присутствия на местности. Для создания и визуализации ВММ с достаточно высокой степенью реалистичности требуется применение программ, способных обрабатывать трехмерные объекты, «драпированные» («обтянутые») текстурой (растровые карты или космические снимки).

Для создания ВММ мы выбрали лист топографической карты масштаба 1:25 000 реальной местности Кемеровской области, где присутствуют все формы рельефа. Перепад высот от точки с минимальной высотой до максимальной составляет около 1000м., много крупных и мелких рек. Выбранную карту мы перевели в электронный вид и с помощью программного продукта Credo Трансформ 3.0 привязали ее к условной системе координат.

Создание цифровой модели рельефа (ЦМР) производилось в программе Credo Топоплан (рис. 1). ЦМР является одной из наиболее важных составляющих ВММ. Чем точнее и детальнее модель рельефа, тем более реалистична виртуальная модель местности.

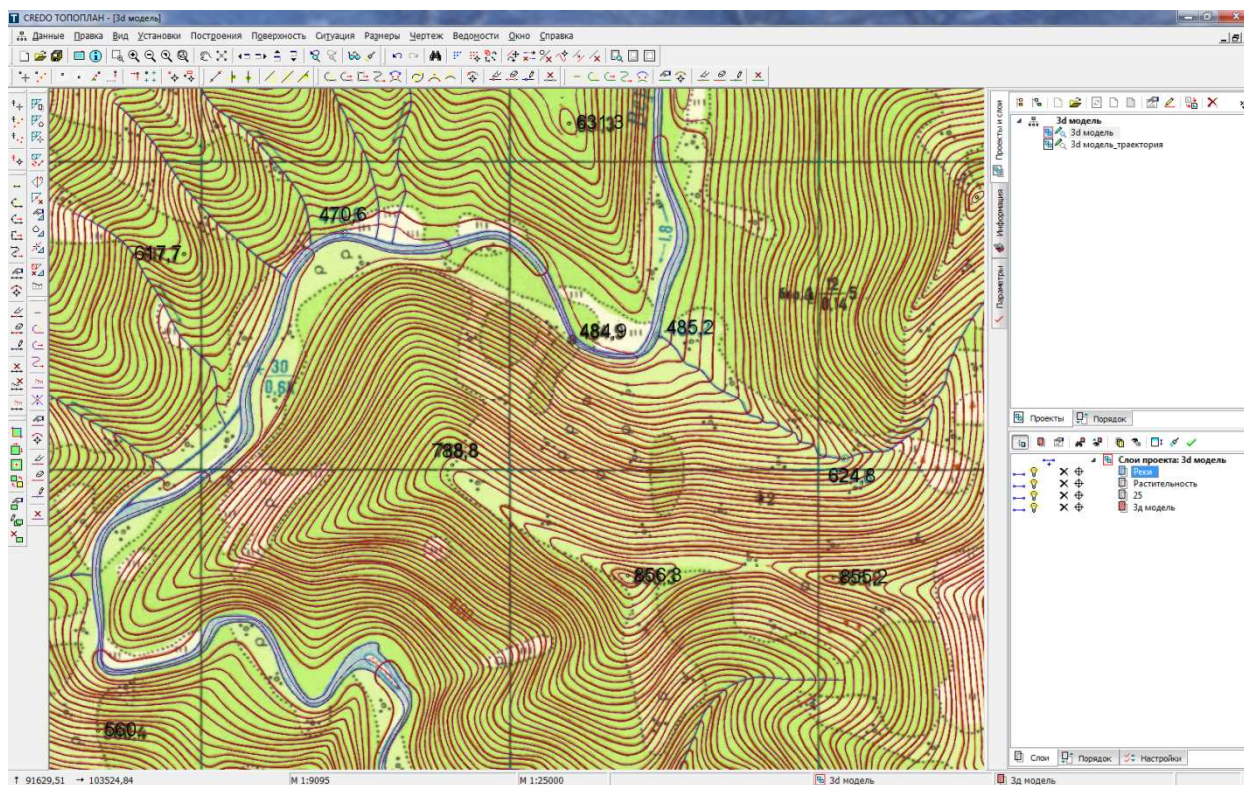


Рис. 1. Создание ЦМР в программе Credo Топоплан

Для визуализации и драпировки текстурой использовалась программа AutoCAD Civil 3D (рис. 2)- мощный инструмент для обработки и демонстрации 3D-поверхностей.

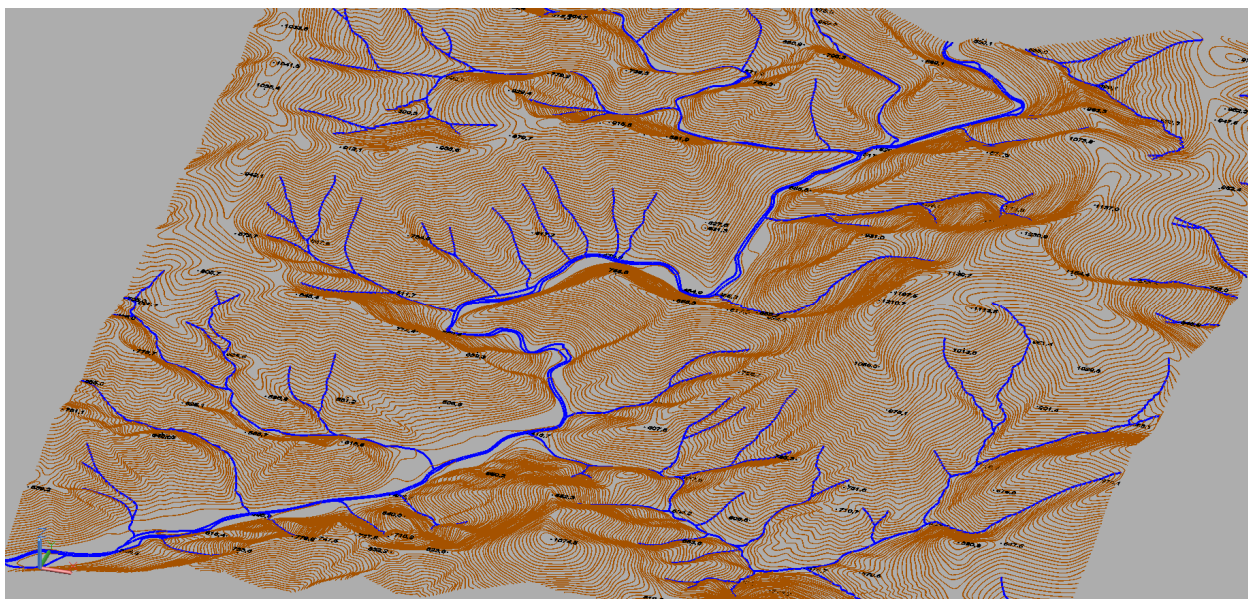


Рисунок 2. Визуализация ЦМР в AutoCAD

Покрытие ЦМР растровыми изображениями помогает при ориентации на модели, привнося в ВММ колоссальное количество новых сведений о местности и делая ее действительно реалистичной. Чаще ЦМР «драпируют» топографическими картами, так как стоимость карт ниже и их проще обрабатывать. Использование космоснимков – дорогое удовольствие, и их сложнее обрабатывать, но реалистичность модели, драпированной аэро - или космоснимками, гораздо выше.

Мы использовали четыре растровых изображения для «драпировки»:

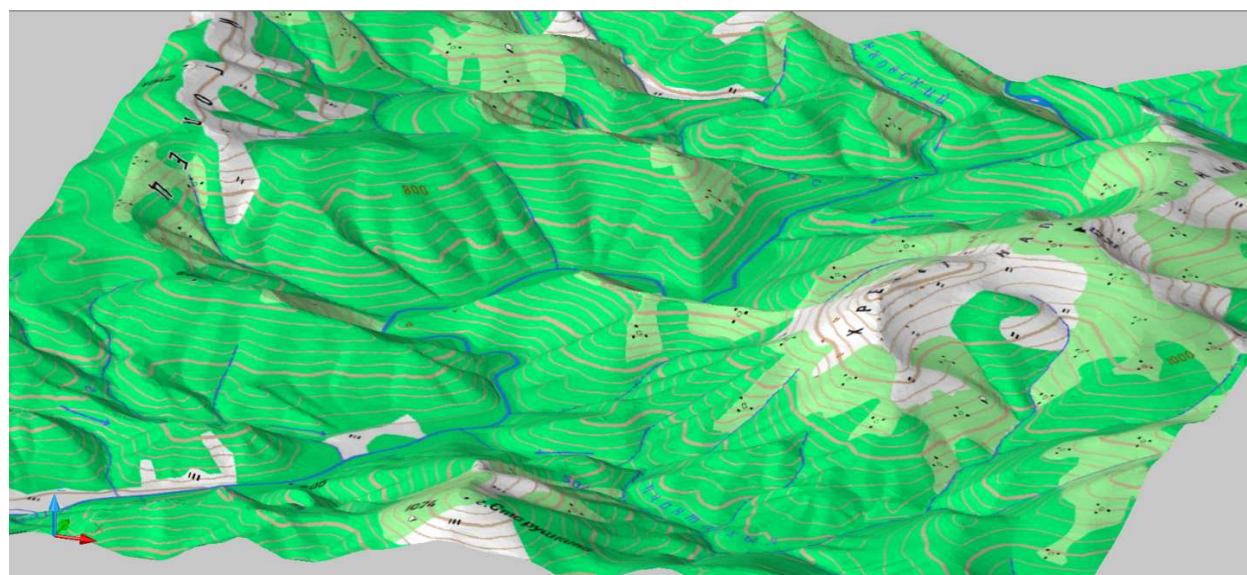
- Топографическая карта масштаба 1: 25 000



- Космический снимок LANDSAT-7



- Карта, взятая из электронного путеводителя масштаба 1: 100 000



– Топографическая карта масштаба 1: 100 000



Для визуализации ВММ использовали трехмерные статические сцены и вращение вокруг заданной точки. Также была создана траектория движения по пойме реки Верх. Кейбраз для имитации движения на катере вверх по течению и записана в видео-файл.

Создание и визуализация Виртуальной Модели Местности выполнялась в САД-пакетах, которые не предназначены для этих целей, поэтому на некоторых этапах мы сталкивались с проблемой обработки данных ЦМР. Подобные модели очень требовательны к ресурсам компьютера, и даже наша небольшая модель местности оказалась громоздкой для того, чтобы быстро обчислить ее на персональном компьютере.

В заключении отметим такой факт, что в последние годы развитие компьютерной техники идет чрезвычайно стремительными темпами, мощность растет очень быстро, программные продукты оптимизируются под многоядерные процессоры, и количественные изменения в скорости обработки данных переходят в качественные. Поэтому степень реалистичности модели увеличивается.

Демонстрация ВММ на лабораторных работах позволяет студентам быстрее и лучше понять основные формы рельефа и назначение горизонталей. Также Виртуальные Модели Местности позволяют познакомиться с возможностями современного программного обеспечения. Несомненно использование 3D-моделей в учебном процессе оправдано и уместно, в большинстве случаев ВММ выполняют роль наглядного пособия. Кроме того практическое применение нашей модели может заключаться в изучении незнакомой местности перед тем, как отправится в поход либо экспедицию. ВММ позволяет имитировать движение по заданной траектории, как в нашем случае – прогулка на катере вверх по течению реки. Это полезно для тех, кто впервые отправляется в верховья реки Верх. Кейбраз.

Отметим основные особенности проделанной работы:

– Применение комплекса Credo для обработки карт и создания ЦМР;

- «Драпировка» и визуализация ВММ в AutoCAD Civil 3D;
- Использование четырех растров при «драпировки»;
- Внедрение в обучающий процесс ВММ на кафедре геологии и геодезии СибГИУ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Михелев, Д.Ш. Инженерная геодезия. - М.: Академия, 2008.
2. Тикунов, В.С. Геоинформатика. Кн. 1. - М.: Академия, 2008.

© Д.Б. Новоселов, В.А. Новоселова, 2011

УДК 528.9

М.А. Нольфина

СГГА, Новосибирск

ВЫБОР СПОСОБОВ ОТОБРАЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КАРТ

В статье рассмотрены способы изображения явлений для карт сельского хозяйства. Отмечаются основные факторы, определяющие выбор способов отображения. Анализируются приемы картографирования.

M.A. Nolfina

SSGA, Novosibirsk

CHOOSING THE WAYS OF AGRICULTURAL MAPS CONTENTS REPRESENTATION

Different ways of features representation on agricultural maps are considered. The main factors determining the choice of representation methods are given. Mapping techniques are analyzed.

Основные факторы, определяющие выбор способов отображения, - назначение, масштаб и предъявляемые требования к карте, особенности содержания, объектов и единиц картографирования [1].

Информация на карте позволяет решать практические задачи. Необходимо передавать содержание карты рационально. От выбора средств изображения зависит доступность получаемой информации.

В картографии приняты следующие основные способы изображения явлений для карт сельского хозяйства: ареалы, картограммы, картодиаграммы, точечный способ, качественный фон.

Точечный способ применяют, если объекты размещены по территории с различной плотностью. При чтении карты целесообразнее территории сравнивать по густоте точек. Подсчет их числа используют в некоторых случаях для решения специальных задач. Этим способом составляют карты размещения поголовья скота.

Применение точек разного цвета дает возможность показать размещение разновидностей картографируемого явления или его динамику [2].

Способ картограммы имеет свои достоинства и недостатки.

К достоинствам картограммы относят наглядность и читаемость. Применять можно для картографирования объектов любой густоты размещения.

К недостаткам картограммы относят ступенчатый характер. При увеличении числа ступеней влияние этого недостатка уменьшается. Количественные характеристики передает точнее непрерывная картограмма.

Способом картограммы составляют карты урожайности сельскохозяйственных культур, производства продуктов земледелия и животноводства в расчете на 100 га земли, плотности поголовья скота.

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

Способом картодиаграммы составляют карты структуры земельных угодий, посевных площадей, поголовья скота, валовой продукции в натуральном и стоимостном выражении, денежных доходов хозяйств. В качестве изобразительных средств применяются различные геометрические фигуры [2].

Рассмотрим прием картографирования количественных показателей по группам хозяйств [1]. Его применяют на средне- и мелкомасштабных областных картах, чтобы не перегружать их содержание. Объединяют в один контур хозяйства, которые по показателям экономического развития относятся к одной количественной группе. В контур вписывают масштабные фигуры, символизирующие величину экономического показателя. Число фигур зависит от величины и сложности контура, объединяющего хозяйства.

Достоинства приема: разгрузка карты, генерализация содержания, сохраняется наглядность изображения, исключается перекрытие соседних значков других показателей.

Существуют и недостатки: графически не обозначаются характеристики каждого хозяйства, нельзя применить непрерывную масштабность, невозможно внутренним рисунком фигуры передать еще один показатель.

Карты, выполненные с помощью данного приема, читаются лучше, чем карты, на которых оба показателя даны двумя наложенными картограммами.

После выбора способов отображения разрабатываются картографические обозначения. Они должны быть хорошо различимы, компактны, легко читаемы, соответствовать назначению карты, ее масштабу и способу использования. От них зависит раскрытие содержания карты.

Разрабатывая картографические обозначения, необходимо учитывать логические связи между объектами картографирования [1]. Выбором обозначений можно как объединить в целое, так и разъединить на карте родственные объекты или характеристики.

Для комплексной карты необходимо комбинирование характеристик в одном картографическом обозначении. Это позволяет расширить содержание карты и передать несколько характеристик одного объекта картографирования. Формой обозначения передается тип объекта, внутренним рисунком – одна из качественных характеристик, размером фигуры – количественная характеристика.

Когда изучаются две взаимосвязанные количественные характеристики, которые имеют однотипные структуры, используют передачу двух систем структур в одном обозначении. Например, валовой сбор зерна и его распространение по культурам. Вписанные значки применяют, чтобы не перегружать карту и иметь возможность сравнивать размеры и составные части обеих характеристик. Структура, состоящая из двух-трех составных частей, передается узким кольцом значка. Показатель, состоящий из нескольких составных частей, передается секторами внутреннего круга.

В сельскохозяйственной картографии выработаны правила цветового оформления карт. Основные из них: сохранять традиции в цветовом оформлении экономических карт сельского хозяйства; придерживаться определенного постоянства в применении цветов для данной отрасли при разных способах отображения; в зависимости от значения отрасли передавать их более яркими цветами или более насыщенными оттенками; родственные отрасли или их составные части закрашивать в близкие цвета или оттенки одного цвета [1].

Оформление сельскохозяйственных карт помогает раскрыть их содержание, обеспечивает читаемость, наглядность изображения. Последнее достигается оформлением элементов содержания карты и продуманной системой условных обозначений. Гамма цветов производится с учетом логики объекта и особенностей качественных отличий элементов содержания [1]. На комплексной карте один из элементов содержания передается способом отображения, который создает цветовой фон карты (картограмма, качественный фон). Фоном карты передается важный элемент комплекса показателей, потому что он является выразительным средством отображения содержания.

При выборе способов отображения необходимо, чтобы они сочетались на карте, отвечали требованиям определенной степени точности передачи размещения, количественных и качественных характеристик; обеспечивали раскрытие содержания карты, наглядное изображение элементов содержания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Золовский, А.П. Комплексное картографирование экономики сельского хозяйства [Текст] / А.П. Золовский. – Киев: Наукова думка, 1974. - 174 с.
2. Сухов, В.И. Сельскохозяйственное картографирование [Текст] / В.И. Сухов, Я.И. Юровский. – М., 1970.

© М.А. Нольфина, 2011

УДК 528.94

Б.Н. Олзоев, Л.В. Дархаева, В.М. Ермоленко

ИрГТУ, Иркутск

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ РЕКРЕАЦИОННО-ТУРИСТСКИХ КАРТ

В статье представлены особенности технологических аспектов использования различных картографических и некартографических источников, основные этапы технологии создания электронных рекреационно-туристских карт и элементы работы Администратора базы данных в ГИС Карта 2011.

B.N. Olzoyev, L.V. Darkhayeva, V.M. Yermolenko

Irkutsk State Technical University, Irkutsk

FEATURES OF ELECTRONIC RECREATION-TOURISM MAP-MAKING TECHNOLOGIES

The paper presents some technological aspects of using various cartographic and non-cartographic sources, main stages of electronic recreation-tourism map-making technology and the elements of data base administrator's work in GIS Map 2011.

В настоящее время существует множество средств, позволяющих создавать электронные и цифровые карты. К ним относятся различные аппаратные средства и программное обеспечение, их сочетания и комбинации образуют различные методы и технологии создания карт.

В России современные специалисты используют несколько видов программного обеспечения, что позволяет им квалифицированно выполнить ряд производственных задач, касающихся полного цикла создания электронных карт и доведения их до потребителя. При создании электронных карт применяются методы геоинформационного картографирования и дистанционного зондирования.

Технологические аспекты создания электронных карт с использованием геоинформационных технологий рассматриваются в трудах современных картографов, но идеи, заложенные ранее, были положены в обоснование и разработку данной технологии [1-3].

В научной картографической литературе, посвященной технологии создания карт, приводят четыре основных этапа: проектирование, составление, подготовка к изданию и издание карты [4]. В силу того, что наша цель – создать электронную карту, последние два этапа будут опущены.

На рис. 1 проиллюстрирована технологическая схема создания электронных карт.

В общем, технология создания электронных РТК включает три этапа [33,49,]:

- Подготовительный;
- Основной;
- Заключительный.

В **подготовительный этап** входят мероприятия и действия, позволяющие выполнить сбор исходных источников, их анализ и обработку.

Все виды источников, используемых при составлении карты, распределены по своему содержанию на три группы: численные, графические, литературные. По своему назначению и характеру использования источники подразделяются на основные, дополнительные и вспомогательные.

В технологии создания электронных РТК блок «Исходные данные» включает четыре группы источников:

- 1) Статистические, литературные и справочные данные о туризме и рекреационной деятельности района картографирования;
- 2) Цифровые топографические карты;
- 3) Спектрозональные космические снимки;
- 4) Тематические карты.



Рис. 1. Технологическая схема создания электронных рекреационно-туристских карт с использованием геоинформационных технологий

В качестве статистических данных для создания карты были использованы сведения о численности населения по каждому муниципальному образованию и населенному пункту Тункинского муниципального района [5]. Статистические данные относятся к численным источникам.

Литературные данные представляют собой результаты различного рода специальных исследований: физико-географические, экономико-географические и социально-географические описания.

Справочные данные относятся к вспомогательным источникам создания карты, которые привлечены для общего ознакомления с картографируемой территорией и детального изучения отдельных вопросов, возникающих при создании карты.

Графические источники представляют собой результаты космических съемок, топографических и тематических карт. К первым из них относятся спектрзональные космические снимки, по которым были уточнены границы рекреационно-экологических комплексов. Классификация рекреационно-

экологических комплексов была разработана с учетом классификации геосистем с карты ландшафтов Юга Восточной Сибири [6]. Кроме ландшафтной карты были изучены туристские карты на территорию национального парка «Тункинский» и соседние с ним территории [7].

Особое значение среди картографических материалов имеют топографические карты, которые являются первоисточником для всех видов общегеографических и тематических карт. При этом топографических карт использовались в цифровом виде с расширением файл *.sxf.

Одним из основных вопросов при обработке исходных картографических материалов является оценка их качества. При оценке картографических материалов используют разнообразные критерии. Например, при определении пригодности фотоснимков – их стереофотограмметрического и фотографического качества, современность. Основными критериями при оценке общегеографических карт являются их масштаб, целевое назначение, авторство, геометрическая точность, современность, полнота содержания и качество картографической генерализации. Изучение и анализ текстовых и табличных источников относятся к специальным разделам картографии (туристской, экономической, рекреационной картографии и др.).

Результатами подготовительного этапа являются электронная библиотека условных знаков и геопривязанные растровые изображения бумажных оттисков карт.

Охарактеризуем **основной этап** создания карт, который именуется как технологический процесс, объединяющий процессы сканирования картографических изображений, их цифрования и конвертирования из других вспомогательных программных комплексов в единый формат.

Технология создания электронных РТК рассматривается в следующих подэтапах [8]:

- 1) Сканирование растровых картографических изображений, их фильтрация, трансформирование и геопривязка;
- 2) Автоматизированное преобразование исходной картографической информации в цифровую форму;
- 3) Символизация цифровой картографической информации и автоматизированное составление электронных карт;
- 4) Разработка пользовательской системы управления электронными картами для работы.

На первых двух подэтапах решается задача получения на основе имеющихся исходных картографических материалов (космических снимков, расчлененных оригиналов и цветных тиражных оттисков карт) векторной модели представления пространственных данных – цифровой (электронной) основы карты. Эта задача решается следующими основными методами [8,9]:

- 1) Методом сканирования исходных картографических материалов с последующей автоматической или интерактивной векторизацией и распознаванием растрового изображения на экране дисплея, ввода требуемой семантики и структуризации и последовательности цифровой информации;

2) Методом цифрования исходных картографических материалов на планшете (цифрователе) путем отслеживания контуров объектов, подготовки и ввода семантики, структуризации и последовательности цифровой информации;

На третьем подэтапе решаются задачи [8]:

- Нанесение на электронную карту символов (картографических знаков) векторной модели представления данных из электронной библиотеки условных знаков;
- Составление электронной карты по тематическим слоям;
- Контроль и редактирование процесса цифрования символов (картографических знаков) электронных карт.

В результате выполнения первых трех подэтапов основного этапа мы получаем слои электронной РТК, т.е. получаем пространственную модель данных.

В заключительном подэтапе сформируем атрибутивную базу данных путем создания таблиц данных. Затем при помощи специального модуля в ГИС Карта 2008 Администратора базы данных связываем таблицы между собой, таблицы данных с объектами карты. Все основные качества и преимущества электронных карт проявляются при их использовании. Поэтому через Администратор базы данных реализуем следующие основные задачи:

- 1) Создание и ведение базы данных электронной карты;
- 2) Работа с картографическим изображением:
 - Отображение, масштабирование, перемещение картографического изображения в произвольном направлении;
 - Управление динамическим окном, уровнями нагрузки визуализируемого изображения;
 - Получение справок об объектах местности;
 - Редактирование изображения;
 - Ведение классификатора и библиотеки условных знаков;
 - Формирование, хранение, нанесение на электронных картах пользовательских слоев и их редактирование;
 - Ведение пользовательских классификаторов о библиотеке условных знаков (например, библиотеки специальных условных знаков);
 - Вывод картографического изображения совместно со спецнагрузкой на графопостроители и другие устройства.

3) пользовательский интерфейс по решению прикладных информационных и расчетных задач (расчет матрицы высот рельефа, построение профилей местности, зон видимости, определение координат и высот в точке, расстояний, азимутов).

По мнению специалистов конструкторского бюро (КБ) «Панорама», системный подход заключается в организационно-технологическом обеспечении любой технологии [8]. Прежде всего, это составление руководящих документов, в которых описывают технология создания

электронных карт, на каких этапах выполняется контроль качества, приемка промежуточной и конечной продукции. К описанию технологии прилагаются инструкции или положение по контролю качества. Инструкции бывают на отдельные технологические процессы, например по контролю исходных картографических материалов (ИКМ), или на всю технологию. Инструкция определяет, что и как контролировать, устанавливает параметры контроля (допуски).

В целом, технология создания электронных рекреационно-туристских карт осуществляется по программам и инструкциям, разработанных в Топографической службе ВС РФ, аэрогеодезических предприятиях КБ «Панорама». Достоинством представленной технологии является использование развивающегося отечественного программного продукта ГИС Карта 2008 в сочетании с другими зарубежными программами, что позволяет адаптировать электронные и цифровые карты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпик, А.П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий [Текст]: монография.- Новосибирск: СГГА, 2004.- 260 с.
2. Берлянт, А.М. Геоинформационное картографирование [Текст]. - М.: Астрель, 1997.- 63 с.
3. Васмут, А.С. Автоматизация и математические методы в картосоставлении[Текст] : учеб. пособие для вузов / А. С. Васмут, Л. М. Бугаевский, А. М. Портнов. - М.: Недра, 1991.- 391 с.
4. Берлянт, А.М. Картография[Текст] : учебник.- М.: Аспект-Пресс, 2001. - 336 с.
5. Итоги Всероссийской переписи населения 2002 по Республике Бурятия [Электронный ресурс].- Режим доступа: [\[http://burstat.gks.ru/perepis/default.aspx\]](http://burstat.gks.ru/perepis/default.aspx).
6. Карта Ландшафты юга Восточной Сибири масштаба 1:1 500 000 [Карта] / под ред. В.С. Михеева, В.А. Ряшина.- М, 1977. - 4 л.
7. Альбом туристических карт «Тункинская долина» [Карта].- Иркутск: 475 ВКФ, 1998.- 56 с.
8. Астахов, С.И. Контроль качества цифровых и электронных карт в Топографической службе РФ [Текст].- М., 2009.
9. Технология создания электронных карт по исходным картографическим материалам [Текст]. - Ногинск, 2008. - 9 с.

© Б.Н. Олзоев, Л.В. Дархаева, В.М. Ермоленко, 2011

УДК 004: 528.91

В.В. Осипов

СГГА, Новосибирск

АНАЛИЗ МЕТОДОВ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В статье рассмотрены основные методы построения цифровых моделей поверхностей на основе пространственных данных с применением ArcGis. Для определения более корректной модели поверхности выполнены экспериментальные расчеты. В основу вычислений положено сравнение объемов, полученных с помощью фактических и теоретических моделей полусферы.

V.V. Osipov

SSGA, Novosibirsk

ANALYSIS OF DIGITAL SURFACE MODELS DEVELOPMENT

Main techniques for developing digital surface models on the basis of spatial data using ArcGis are considered. For a more detailed surface model the experimental calculations have been made. The calculations were based on the comparison of the volumes received by real and theoretical models of hemisphere.

Поскольку поверхность содержит множество точек, то практически невозможно получить значение высоты в каждой точке. Однако, модели поверхностей позволяют хранить информацию о поверхностях в ГИС. С помощью 3D-анализа есть возможность работать с реальными или гипотетическими поверхностями, используя два типа моделей: растры и триангуляционные нерегулярные сети (TIN).

Основными методами создания моделей поверхностей являются интерполяция и триангуляция. Существует несколько методов интерполяции: метод обратных взвешенных расстояний (ОВР), метод сплайна, метод кригинга и метод естественной окрестности.

TIN представляет поверхность в виде набора нерегулярно распределенных точек, формирующих сеть треугольников, в узлах которой хранятся значения высот. TIN может иметь более высокое разрешение в тех областях, где поверхность меняется сильнее, и меньшее разрешение там, где поверхность более ровная.

TIN обычно используют для высокоточного моделирования небольших областей, например, в инженерных приложениях для расчета планиметрических площадей, площадей на поверхностях и объемов.

Растры в свою очередь представляют поверхности в виде регулярной сетки ячеек, содержащих измеренные или интерполированные значения. Растровые поверхности обычно хранятся в формате грида. Грид состоит из массива регулярно распределенных прямоугольных ячеек со значениями высоты. При этом координаты расположения отдельных объектов невозможно определить точнее, чем размер ячейки грида.

Точки замеров на практике почти никогда не попадают в центры ячеек. Это одна из главных проблем при создании растров путем интерполяции, так как в результате этого исходная информация ухудшается. Интерполяция основана на предположении, что пространственно распределенные объекты связаны пространственной корреляцией, т.е. близко расположенные объекты обладают сходными характеристиками.

Метод ОВР предполагает, что влияние значения измеренной переменной убывает по мере увеличения расстояния от точки замера. Поэтому данный метод следует применять, если известна указанная закономерность. Для определения значения в каждой выходной ячейке может быть использовано либо заданное число точек, либо все точки в пределах заданного радиуса.

Имеется возможность контролировать несколько параметров интерполяции ОВР: показатель степени, тип радиуса и барьеры. С помощью показателя степени можно контролировать влияние точек замеров на интерполированное значение на основании их расстояния от ячейки. При большем показателе степени поверхность получится менее гладкой. Фиксированный радиус использует все точки в пределах заданного расстояния. Интерполяция с переменным радиусом использует N ближайших входных точек в пределах максимального расстояния от расчетной ячейки. Барьерами при интерполяции ОВР являются наборы данных в виде линий или полигонов. При вычислении значений высоты ячеек будут учитываться только точки, расположенные по той же сторону барьера, что и искомая ячейка.

Метод сплайна создает поверхность минимальной кривизны через все входные точки замеров. Она строится подбором математической функции к заданному числу ближайших точек. Этот метод наиболее удобен для медленно меняющихся поверхностей. Его не следует применять при наличии резких изменений значений в пределах небольшого расстояния по горизонтали.

Существует два типа сплайна – регуляризованный и натяжение. И в том и в другом используется один и тот же параметр числа точек. Чем больше точек будет задано, тем большее влияние будут иметь удаленные точки и поверхность будет более гладкой. Основное отличие этих типов сплайна в весовом параметре. Регуляризованный сплайн создает гладкую, постепенно меняющуюся поверхность. Значение веса в регуляризованном сплайне позволяет изменить гладкость поверхности. Чем больше вес, тем более гладкой будет результирующая поверхность. Сплайн с натяжением меняет жесткость поверхности в зависимости от характера моделируемого явления. Он создает менее гладкую поверхность. Вес в сплайне с натяжением определяет качество натяжения. Чем больше вес, тем грубее поверхность.

Методы интерполяции ОВР и сплайна являются детерминистическими методами интерполяции, поскольку они непосредственно основаны на измеренных значениях в окрестности точек.

Другой метод интерполяции – кригинг – является геостатистическим методом. Он основан на статистических моделях, включающих автокорреляцию. Такая технология позволяет не только получить расчетную поверхность, но также определить с какой точностью проведены вычисления. Кригинг предполагает, что расстояния между точками измерений отражают пространственную корреляцию. Для определения выходного значения в каждой ячейке подбирается математическая функция, проходящая через все точки в пределах заданного радиуса или через заданное число точек. Кригинг является многошаговым процессом. Он включает предварительный статистический анализ данных, моделирование вариограммы, создание поверхности и анализ дисперсионной поверхности. Вариограмма представляет собой график усредненных значений зависимости полудисперсии от расстояния.

Кригинг использует данные дважды. Первый раз для оценки пространственной автокорреляции данных, а второй – для вычислений значений. В методе кригинга веса связаны с моделью вариограммы, выбранной на основании пространственной природы данных. Для создания непрерывной поверхности или карты явления вычисляются прогнозные значения для каждой точки (центра ячейки) в исследуемой области на основе модели вариограммы и пространственного распределения измеренных значений в окрестности. Точки с незначительным влиянием отбрасываются. Метод кригинга полезен, когда известно, что в данных существует корреляция по расстоянию.

Веса точек измерений определяются с помощью конфигурации действующих точек в пределах заданной окрестности оцениваемой точки. Фиксированный радиус поиска определяется расстоянием и минимальным числом точек. При вычислении значения ячейки будут использованы все точки замеров, попавшие в заданную окрестность. Если точек в окрестности меньше установленного минимума, радиус поиска будет увеличен, пока в него не попадет требуемое количество точек. При использовании переменного радиуса поиска задается число точек, участвующих в вычислении значения интерполируемой ячейки, поэтому радиус поиска для каждой ячейки индивидуален и зависит от того, как далеко от каждой ячейки удастся найти заданное число точек.

Также имеется возможность задать максимальное расстояние радиуса поиска. 3D-анализ предлагает два типа кригинга: ординарный и универсальный. Ординарный кригинг – это наиболее широко используемый из методов кригинга. Он основан на предположении, что постоянное среднее значение неизвестно. Универсальный кригинг используется в тех случаях, когда известно, что в данных есть определенные тенденции, которые можно смоделировать с помощью детерминистической полиномиальной функции и привести научное описание для их подтверждения.

Интерполяция по методу естественной окрестности сочетает некоторые функции TIN с процессом интерполяции растров. Растровая поверхность

интерполируется на основе данных входных точек, являющихся естественными соседями ячейки. При интерполяции по методу естественной окрестности строится триангуляция по входным точкам, при которой круг, очерченный вокруг любого треугольника, не может содержать других узлов. Создаваемые треугольники должны быть максимально приближены по форме к равносторонним треугольникам. Затем выбираются ближайшие узлы, которые формируют выпуклую оболочку вокруг интерполируемой точки. Их значениям присваивается вес, пропорциональный площади треугольников. Этот метод наиболее подходит, когда точки измерений распределены неравномерно, он обладает тем преимуществом, что не нужно задавать радиус, количество точек или вес.

Для того, чтобы определить, какая из моделей описывает поверхность более точно, были проведены вычисления объема полусферы радиусом 100 м, поверхность которой была построена с помощью каждого из вышеперечисленных методов в программе ArcGis. При создании моделей были взяты равномерно распределенные точки на поверхности полусферы. Полученные результаты сравнивались с истинным значением объема полусферы равного $2094395,10 \text{ м}^3$.

TIN-модель поверхности полусферы представлена на рис. 1.

Вычисленные значения объемов будут ближе к действительности, если

построенная поверхность будет более детально описывать полусферу. Полученные результаты вычислений объемов полусферы с помощью различных моделей поверхностей приведены в табл. 1.

На основании полученных данных видно, что правильно подобранная растровая модель будет описывать поверхность более точно, чем модель TIN. Однако нельзя однозначно сделать вывод, что для получения более правдоподобных результатов необходимо использовать только какую-то одну конкретную модель. Для разных наборов входных данных наиболее приближенную к действительности модель поверхности будут обеспечивать разные методы. Модель будет тем точнее, чем больше исходных точек и чем равномернее они распределены.

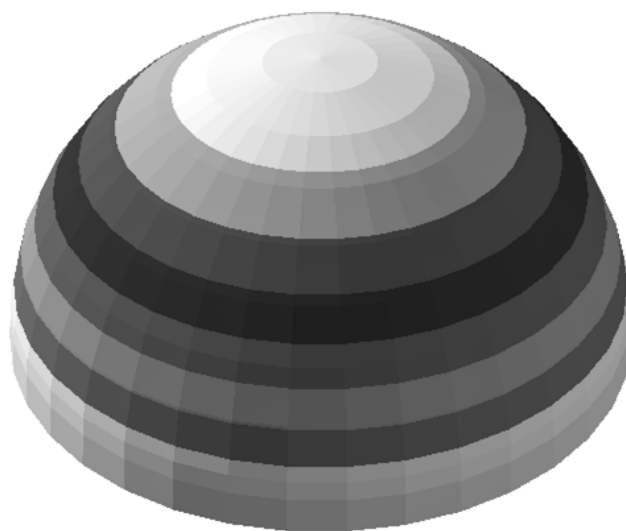


Рис. 1. TIN-модель в трехмерном виде

Таблица 1. Результаты вычислений объемов полусферы

Модель поверхности	Вычисленное значение объема, м ³	Расхождение в объемах, м ³	Погрешность, %
Растровая, ОВР с переменным радиусом	2094222,05	173,05	0,008
Растровая, ОВР с фиксированным радиусом	2101464,70	7069,60	0,338
Растровая, сплайн натяжения	2090224,02	4171,08	0,199
Растровая, сплайн регуляризованный	2098235,18	3840,08	0,183
Растровая, ординарный кригинг со сферической вариограммой с переменным радиусом	2084612,36	9782,74	0,467
Растровая, ординарный кригинг со сферической вариограммой с фиксированным радиусом	2084932,57	9462,53	0,452
Растровая, естественная окрестность	2074775,42	19619,68	0,937
TIN	2064979,51	26445,59	1,263

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. И.К. Лурье. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков [Текст]: учеб. пособие / И.К. Лурье. – М.: КДУ, 2008. – 424 с.
2. ArcGIS 9. 3D Analyst. Руководство пользователя [Текст]. – М.: Дата+, 2001. – 124 с.
3. ArcGIS 9. Spatial Analyst. Руководство пользователя [Текст]. – М.: Дата+, 2003. – 179 с.

© В.В. Осипов, 2011

УДК 528.4:004

Т.А. Петухова

СГГА, Новосибирск

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛИНИИ НА ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Трассы линейных сооружений – сложные пространственные кривые, расположенные на физической поверхности Земли. Их геометрическое моделирование – сложная актуальная задача. В статье приведено решение этой задачи.

T.A. Petukhova

SSGA, Novosibirsk

GEOMETRICAL MODELING OF THE LINE ON THE TOPOGRAPHIC SUREFACE

The routes of linear structures are complex spatial curves on the physical surface of the Earth. Geometric simulation of these structures being an intricate problem, its solution is offered by the author.

Трассы линейных сооружений – сложные пространственные кривые, расположенные на физической поверхности Земли. Их компьютерное моделирование выполняется по частям, каждая из которых определяется конкретными свойствами трассы и поверхности, где трасса расположена.

Одна из важных задач состоит в объединении элементов трассы в одну кривую. Решение этой задачи осуществляется методами вычислительной геометрии [1].

В вычислительной геометрии известны два метода решения: метод Фергюссона и метод Безье. В данной работе выполнено моделирование линии на топографической поверхности методом Фергюссона.

Кривые линии, которые реально приходится моделировать, имеют сложное строение, не допускающее их простого аналитического описания. Поэтому их моделирование производится по частям. Непрерывность и гладкость кривых и поверхностей в местах соединения отдельных частей обеспечивается выбором параметризации по обе стороны соединения. Так как при этом возникает необходимость вычислять дифференциальные характеристики, то нужна такая параметризация, для которой легко производится операция дифференцирования. Для этой цели удобны полиномы от некоторого количества параметров. При помощи полиномов высокой степени можно описывать сложные кривые и поверхности, но для этого требуется большое число коэффициентов, и при этом могут возникать нежелательные колебания

кривой или поверхности. Удачным компромиссом для многих приложений оказались кубические уравнения и поэтому большинство методов моделирования кривых и поверхностей основано на использовании параметризации с помощью кубических функций.

Выполним построение кривой в форме Фергюссона [2]. Для этого в матрице $S\Phi t$ задается радиус-вектор начальной и конечной точек каждого элемента трассы $\overline{r0} = (0 \ 0 \ 1)$, $\overline{r1} = (0 \ 1 \ 2)$, а также направления касательных в заданных точках $\overline{dr0} = (0.5 \ 0.5 \ 1)$, $\overline{dr1} = (-0.5 \ -0.5 \ 2)$:

$$S\Phi t = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \\ 0.5 & 0.5 & 1 \\ -0.5 & -0.5 & 2 \end{pmatrix}. \quad (1)$$

И находят уравнение этого элемента

$$R\Phi = (U^T) \cdot (C \cdot S\Phi t), \quad (2)$$

где $U = (1 \ u_k \ u_k^2 \ u_k^3)^T$ - матрица, элементы которой составлены из степеней параметра u , определяющего положение текущей точки на кривой $u_k = k \cdot Du$, $k = 0..N$ - номер текущей точки, $N = \frac{1}{Du}$ - число точек, Du - интервал между точками модели кривой, C - матрица, столбцы которой составлены из коэффициентов при степенях параметра u в уравнении кривой

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -3 & 3 & -2 & -1 \\ 2 & -2 & 1 & 1 \end{pmatrix}. \quad (3)$$

По формуле (2) получим цифровую модель кривой - множество точек кривой в заданной последовательности

$$R\Phi^T = \begin{pmatrix} 0 & 0.045 & 0.08 & 0.105 & 0.12 & 0.125 & 0.12 & 0.105 & 0.08 & 0.045 & 0 \\ 0 & 0.073 & 0.184 & 0.321 & 0.472 & 0.625 & 0.768 & 0.889 & 0.976 & 1.017 & 1 \\ 1 & 1.091 & 1.168 & 1.237 & 1.304 & 1.375 & 1.456 & 1.553 & 1.672 & 1.819 & 2 \end{pmatrix}. \quad (4)$$

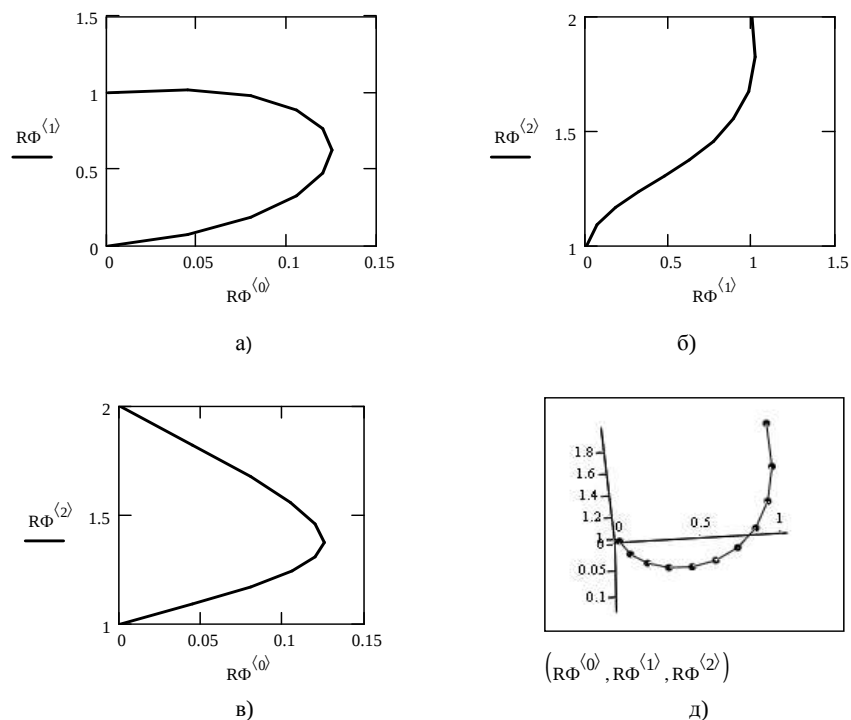
Применим такую модель для моделирования трассы на местности. Графическая интерпретация построенной модели кривой представлена на рис. 1.

Выше изложенные исследования можно применить к местности.

Взяв массив точек участка местности, снятых электронным тахеометром, сформируем матрицу, представляющую цифровую модель. Фрагмент матрицы модели участка местности приведён в виде массива

$$h^T = \begin{pmatrix} & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ 0 & 5043.87 & 4962.741 & 4952.468 & 4930.958 & 4929.46 & 4913.054 & 4898.899 & 4885.431 \\ 1 & 5043.87 & 6156.794 & 6155.574 & 6158.307 & 6165.956 & 6161.574 & 6162.717 & 6158.863 \\ 2 & 92.721 & 91.316 & 91.388 & 91.481 & 91.392 & 91.443 & 91.57 & 91.705 \end{pmatrix}. \quad (5)$$

Графическое изображение участка местности представлено на рис. 2.



- а) Графическое представление цифровой модели кривой в проекции XY;
 б) Графическое представление цифровой модели кривой в проекции YZ;
 в) Графическое представление цифровой модели кривой в проекции XZ;
 д) Графическое представление цифровой модели кривой в пространстве;

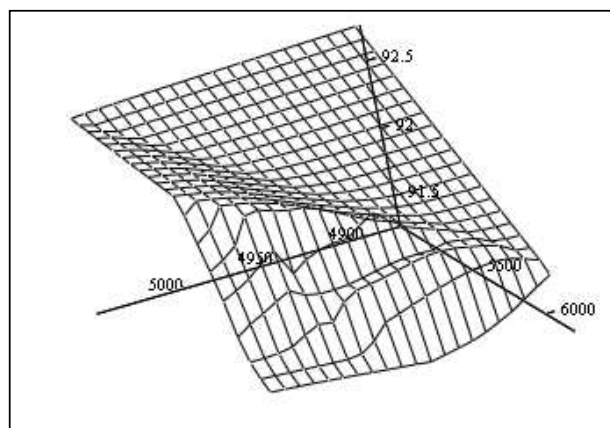
Рис. 1. Графическое представление цифровой модели кривой в форме Фергюссона

Назначим точки, через которые должна проходить трасса

$$p = \begin{pmatrix} 5030.35 & 5041.88 & 92.7 \\ 4900.431 & 5200.863 & 92.605 \\ 4915.42 & 6090.748 & 91.802 \\ 5023.227 & 6173.439 & 91.477 \end{pmatrix} \quad (6)$$

По заданным точкам и приведенной выше технологии построения кривых строим модель трассы, в виде плавной линии, удовлетворяющая требованиям нормативной документации и ландшафтного проектирования, смотрите рис. 3.

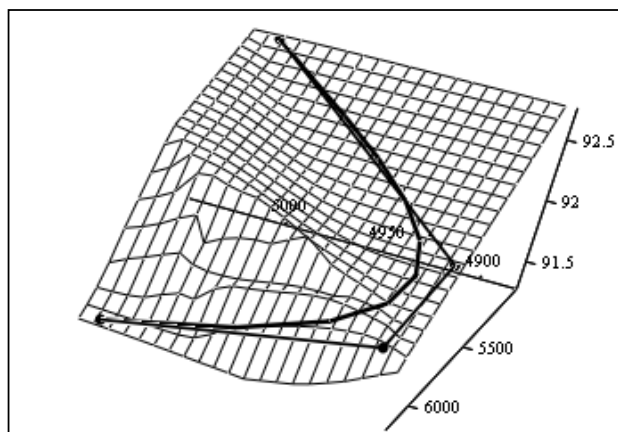
Таким образом, изложенный метод моделирования кривых, применен на практике. Полученные результаты являются началом работ, Исследования необходимо продолжать.



$$(h^{(0)}, h^{(1)}, h^{(2)})$$

Рис. 2. Графическое представление цифровой модели участка местности

выполненных в этом направлении.



$$\left(p^{(0)}, p^{(1)}, p^{(2)} \right), \left(t^{(0)}, t^{(1)}, t^{(2)} \right), \left(h^{(0)}, h^{(1)}, h^{(2)} \right)$$

Рис. 3. Вариант моделирования трассы на местности

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фокс, А. Вычислительная геометрия / А.Фокс, М. Пратт. – М., 1982. – 304 с.
2. Самарский, А.А. Компьютеры, модели, вычислительный эксперимент. Введение в информатику с позиций математического моделирования / А.А. Самарский. – М., 1988. – 176 с.
3. Корн, Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М., 1970. – 720 с.

© Т.А. Петухова, 2011

УДК 528+02: 004

Ю.Б. Пикузо, А.О. Ушаков

СГГА, Новосибирск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕРВЕРА ИРБИС-64 КАК СИСТЕМЫ СБОРА ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

В статье описана методика создания баз данных для хранения картографической информации работа с ней в сети интернет при помощи Web модуля системы Ирбис-64.

Yu.B. Pikuzo, A.O. Ushakov

SSGA, Novosibirsk

APPLICATION OF SERVER ИРБИС-64 AS A SYSTEM FOR GEODETIC INFORMATION COLLECTION

The techniques for data base development are described. It is to be applied for storing cartographic information and working with it in Internet by means of ИРБИС-64 Web-module.

Перед авторами стояла задача создания Web-сервиса для доступа к геодезической информации.

ИРБИС-64 это непространственная, многопользовательская СУБД, которая позволяет создавать базы данных с большим количеством полей, где можно хранить разные типы данных: векторные, растровые, числовые и символьные данные. ИРБИС-64 это модульное программное обеспечение, состоящее из так называемых «АРМ»ов и Web-шлюза.

Программное обеспечение Web-шлюза ИРБИС-64 предназначено для осуществления доступа пользователей Интернет к электронным каталогам и другим базам данных системы. Система имеет:

- Единую технологию обслуживания локальных и удаленных пользователей;
- Возможность работы с любым количеством баз данных;
- Возможность авторизованного обслуживания пользователей и заказа;
- Широкие возможности настройки и создания наиболее удобного для пользователей окружения [1].

Особое внимание разработчики Web-ИРБИС-64 уделяли дополнительным сервисным функциям, направленным на улучшение обслуживания пользователей. Это особенно важно для приближения к современным технологиям удаленного обслуживания. Известно, что типичные

информационные комплексы имеют существенный недостаток – разрыв в технологии поиска и последующего доступа к найденным первоисточникам [2].

Безусловно, достаточно неудобна для пользователя ситуация, когда он не может найти описание необходимое ему вне зависимости от временных и географических условий и не может затем использовать современные коммуникационные технологии для получения нужного ему документа. Для решения этой проблемы, разработчики ввели элементы поддержки электронной доставки документов и прямого доступа к полным текстам (если они имеются) по результатам поиска. При этом, они учитывали правовые ограничения, связанные с необходимостью соблюдения авторского права, т.е. размещение полнотекстовых документов и условия их использования в Интернете, проходили требуемые согласование с правообладателями. Следующей важной особенностью Web-ИРБИС-64 является встроенная поддержка включения в электронный каталог и базу данных ссылок на полные тексты документов. При этом реализована свободная технология формирования ссылок в виде URL, что позволяет использовать данное решение не только для формирования собственной коллекции полных текстов, но и для каталогизации и включения в базу данных ресурсов Интернет, что крайне важно в современных условиях. Таким образом, Web-ИРБИС-64 может использоваться в качестве базовой технологии. Необходимо отметить созданную возможность использования различных режимов доступа к базам данных. Для этого в процессе исследований и разработки были введены 3 базовых режима, свойства которых могут комбинироваться и переопределяться для каждого конкретного Интернет–комплекса.

К достоинствам Web-ИРБИС-64 можно отнести высокую скорость выполнения запросов различной степени сложности. Система Web-ИРБИС-64 осуществляет:

- Поддержку расширенных и вложенных форматов, установку параметров выдачи;
- Допускает возможность использования расширенных средств формирования запросов, использования нескольких терминов в одном поле;
- Имеет расширенные функции сервиса.

Сибирской государственной геодезической академией была закуплена система ИРБИС-64. При работе с ней созрела идея использования возможностей ИРБИС-64 для сбора и online просмотра геодезической информации.

Авторами была создана база данных карт с генерализацией по масштабу (рис. 1).

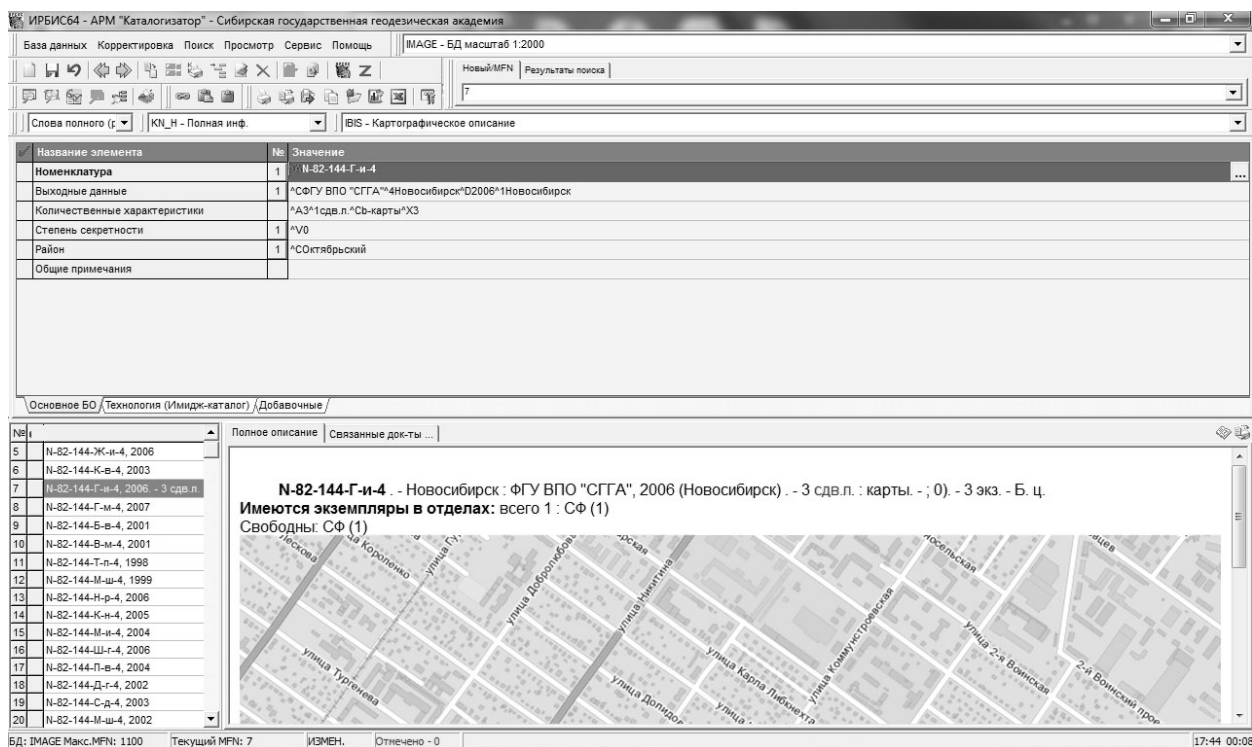


Рис. 1. АРМ каталогизатор системы ИРБИС 64

Чтобы добавить новую базу данных в Web – ИРБИС-64 необходимо четко понимать некоторые особенности этого модуля. Web – ИРБИС-64 имеет достаточно гибкий поиск (логический, тематический, по месту хранения). Это значительно может облегчить пользователю работу в дальнейшем (рис. 2). Так же система имеет достаточно простой интерфейс, благодаря которому, пользователь, заходя на страничку сервиса, может просмотреть в реальном времени интересующие его модели участков, отобрать фрагмент, предварительно прочитав о нем информацию, хранящуюся в Web-ИРБИС-64.

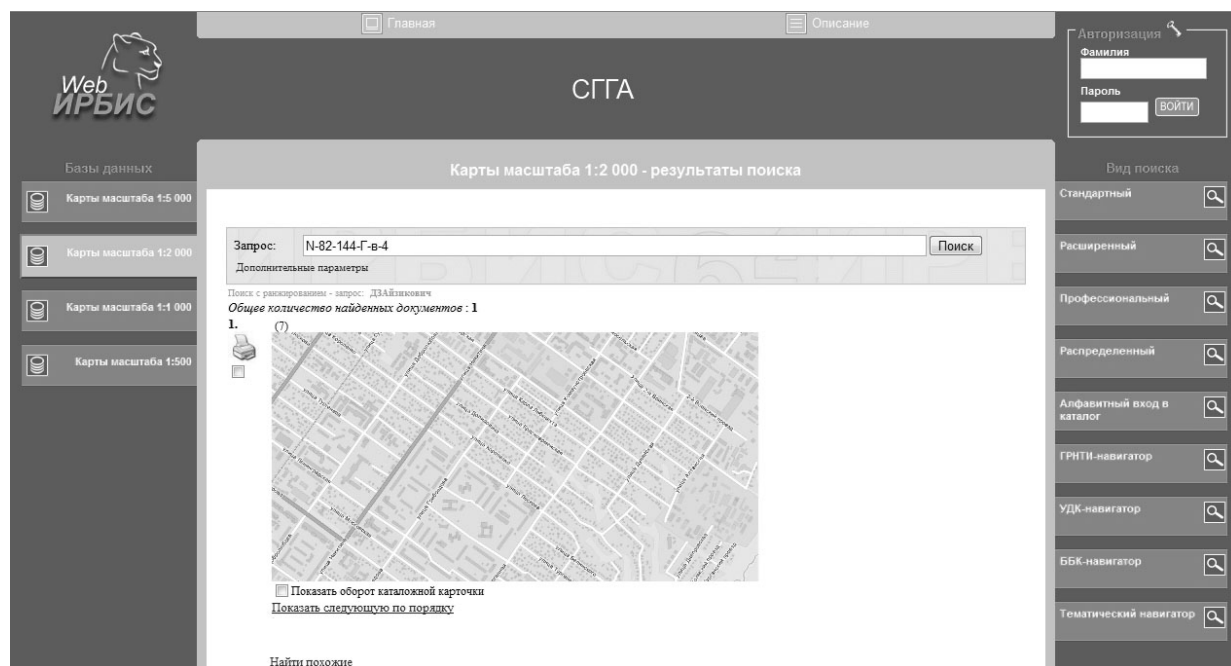


Рис. 2. Webшлюз ИРБИС-64

После осуществления этих несложных действий пользователь может оставить заказ на интересующий его участок местности (это осуществляется через так называемый удаленный заказ). Система позволяет экспортировать данные онлайн (скачать запись), производить гибкую настройку. Все базы данных хранятся в одном источнике, что является залогом безопасности. Система ИРБИС-64 позволяет производить глобальные корректировки записей (например, массовое изменение места хранения).

Таким образом, созданная система позволяет просматривать географические данные в сети интернет. Эту систему возможно использовать в кадастровой сфере. Например, для заказа нужного плана местности, находясь на расстоянии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Система автоматизации библиотек ИРБИС – 64.Общее описание системы /Ассоциация ЭБНИТ. – М., 2008. - С. 74.
2. Фролов А. В.,Базы данных в Интернете: практическое руководство по созданию Web-приложений с базами данных/ А.В.Фролов, Г.В. Фролов. – М.: Русская редакция, 2000. – 55 с.

© Ю.Б. Пикузо, А.О. Ушаков, 2011

УДК: 528.88

В.П. Ступин, А.О. Паженцева, Л.П. Ланина

ИрГТУ, Иркутск

ВОЗМОЖНОСТИ ДАННЫХ ДЗЗ ОТКРЫТОГО ДОСТУПА ДЛЯ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ МОРФОСИСТЕМ ВОДОХРАНИЛИЩ АНГАРСКОГО КАСКАДА

В статье приведены результаты анализа имеющихся в свободном доступе данных ДЗЗ в интересах картографирования и мониторинга зоны влияния ангарских водохранилищ.

V.P. Stupin, A.O. Pagenceva, L.P. Lanina

Irkutsk State Technical University (ISTU)

83 Lermontova UI, Irkutsk, Russian Federation

POSSIBILITY OF FREE REMOTE SENSING DATA FOR MAPPING MORFOSYSTEMS OF ANGARA CASCADE RESERVOIRS

In the article is considered results of the analysis of free remote sensing data for mapping and monitoring zone of influence of reservoirs of the Angara cascade.

Мониторинг такого гигантского объекта, как каскад Ангарских водохранилищ (общая длина его главных ветвей, без учета изрезанности берегов, превышает 1500 км), невозможен без привлечения материалов ДЗЗ [1], стоимость которых зачастую не соответствует возможностям исследователей. В то же время существует общедоступная и практически бесплатная поисковая система Google Earth. Настоящая статья посвящена анализу возможностей использования данной системы в интересах декларируемого направления исследований.

Основу данных в системе Google Earth представляют спутниковые снимки, полученные от компании DigitalGlobe. Базовое покрытие осуществляется снимками, точность которых, по информации поставщика [2], соответствует точности карт масштаба 1:25 000. Эти снимки представлены компанией EarthSat, получены после 1999 года со спутника Landsat-7 камерой ETM+ и имеют итоговое разрешение на местности равное 15 м/пк. Выходные изображения составлены с помощью комбинирования исходных 30-метровых спектрозональных и 15-метровых панхроматических данных, получаемых одновременно со спектрозональными; это позволяет увеличить пространственное разрешение данных.

Крупные города и значительная часть обжитых территорий отображаются с точностью масштаба 1:2 000. Эти снимки произведены со спутников GeoEye-1 (разрешение 0,41 м/пк, первые снимки получены в октябре 2008 г.) и QuickBird-2)

(разрешение 0,68 м/пк, снимки получены в конце 2001 г.) и также предоставляются фирмой DigitalGlobe. В то же время, снимки на малообжитые территории, предоставляемые компанией Terra Metrics, часто искусственно загублены и имеют разрешение порядка 100 м, которое, по нынешним меркам, оставляет желать лучшего.

Для создания ЦМР и перспективных изображений используются данные SRTM (Shuttle radar topographic mission), полученные в результате радарной топографической съемки большей части территории земного шара, а также океанов, за исключением самых северных (>60) и самых южных широт (>54). Миссия была произведена в феврале 2000 г с помощью специальной радарной системы. Двумя радиолокационными сенсорами SIR-C и X-SAR, было собрано более 12 терабайт данных. На сегодняшний день это самая детальная мировая модель рельефа. Данные представлены 16-битным растром и задаются в поперечной цилиндрической проекции Меркатора Universal Transverse Mercator (UTM) по параметрам референц-эллипсоида Кларка (система координат WGS-84).

Исходные данные SRTM (Level-2) имеют размер элемента в 1 угловую секунду (30х30 м), с 20-метровой точностью по высоте. Однако, в связи с угрозой терроризма, все сырые данные и данные Level-2 распространяются только через Министерство Обороны США. На остальную территорию (кроме США) распространяются снимки Level-1, ортотрансформированные по грубой модели рельефа с неисправимыми ошибками. Данные Level-1 комплектуются по квадратам размером 1х1 градус, при разрешении 3 угловые секунды (90х90 м); такой квадрат является матрицей размером 1201х1201 элементов (пикселей).

Исходные данные, используемые в системе Google Earth доступны на весь мир в готовом виде, т.е. их не нужно специальным образом обрабатывать. Однако их нельзя нужным образом настроить, например, сменить систему координат, комбинацию каналов данных, улучшить географическую привязку и т.д.

Прежде всего, мы проанализировали фактическое покрытие территории исследований по состоянию на середину октября 2010 г. Анализ выполнялся как по Ангарскому направлению каскада, так и по его основным ветвям: Окинской и Ийской для Братского водохранилища и Илимской для Усть-илимского. Анализ показал, что больше половины территории исследований покрывается снимками со спутника landsat, возможности которого довольно ограничены для мониторинга динамики береговых морфосистем. При этом снимками высокого разрешения лучше всего обеспечена стволочная Ангарская ветвь, особенно обжитые территории Иркутска, Братска и Усть-Илимска. Боковые ветви такими снимками обеспечены значительно хуже. Также отмечается тенденция повышения доли снимков более низкого разрешения при продвижении к северу. Особенно досадно, что снимки высокого разрешения отсутствуют на наиболее динамичные и восприимчивые к размыву территории Осинского и Окинского расширений, а также на исток Ангары. Некоторые снимки высокого разрешения выполнены в неудачное время года – не сошел или образовался снежный покров, акватория покрыта льдом.

Следующим этапом анализа представленных в Google Earth снимков стало выяснения их фактического разрешения. Поскольку система предоставляет не исходные, а обработанные материалы, мы полагали, что их фактическое разрешение будет не всегда соответствовать декларируемому, поскольку имеют место неисправимые закругления разрешения, производимые поставщиком с той или иной целью. При определении предельно-допустимого комфортного увеличения снимков мы применяли упрощенный способ: анализируемый снимок увеличивали до наиболее комфортного, на наш взгляд, разрешения, а затем, используя линейный масштаб основного окна Google, определяли масштаб (но не точность!) удовлетворительного выходного изображения.

Проведенный анализ показал, что снимки с КА Landsat можно без существенной потери качества увеличивать до масштабов в весьма широком диапазоне: от 1:11 000 до 1:22 300. Снимки КА QuickBird-2 можно увеличивать в диапазоне масштабов от 1:800 до 1:1 600. Изображения с КА GeoEye, допускают максимальное увеличение в диапазоне от 1:700 до 1:1 000.

Анализ дешифровочных возможностей рассмотренных снимков позволяет сделать следующие выводы:

Среднемасштабные снимки с КА Landsat. Дают возможность выделять следующие типы берегов:

- Абразионные: по отсутствию полосы пляжа, крутым высоким берегам и берегам, приуроченным к мысам; клифы, однако, не видны;
- Абразионно-аккумулятивные: по светлой кайме вдоль береговой линии, демаскирующей пляжи и полосы осушки, по просвечивающим отмелям и потокам муты;
- Аккумулятивные: по светлому ровному тону и форме аккумулятивных форм (кос, пересыпей, перейм) достаточно больших (40-50 м) размеров;
- Ингрессионные слабоизмененные: по положению в головах заливов с плоскими и низкими берегами и отсутствию светлой полосы пляжа.

Кроме того, снимки с КА Landsat позволяют выделить тип береговых ландшафтов (селитебные, таежные, лесные, степные, лесостепные, заболоченные). На них также хорошо видны дороги и просеки, а также вырубки и гари с дифференциацией на старые и свежие. Не позволяют: произвести дифференциацию пляжей по гранулометрическому составу, выявить сеть мелких промоин и оврагов, определить тип абразионно-денудационных берегов (обвальные, осыпные, оползневые, закарстованные, просадочные). В населенных пунктах невозможно различить строения, с трудом читается структура кварталов.

Крупномасштабные снимки с КА QuickBird и GeoEye. Предоставляют собой удовлетворительный материал для изучения и картографирования береговой зоны в интересах мониторинга ее динамики. Близки по пространственному разрешению к среднемасштабной аэрофотосъемке. Снимки GeoEye предпочтительней по сравнению со снимками QuickBird: лучше разрешение, выше фотометрические характеристики и цветопередача.

На этих снимках хорошо отслеживается береговая линия, побережье и прибрежное мелководье. Видно много важных деталей, позволяющих судить о типе экзогенных процессов в береговой зоне и их динамике.

Четко дифференцируется полоса пляжа (осушки), клифы и опирающиеся на клифы склоны. В пределах пляжа выделяются береговые валы, фестоны, отшнурованные лагуны, дюны и крупная ветровая рябь. Просматривается характер поверхности (оголенная, с разреженным или сплошным травяным покровом, куртины кустарниковой растительности. Различается плавник и упавшие, накренившиеся и полузатопленные деревья. В ряде случаев можно определить слагающие пляж грунты (глыбово-щебнистые, суглинистые, песчаные).

Клифы видны отчетливо, различаются резкие и сглаженные бровки и подошвы, наличие или отсутствие эрозионных рытвин, оползневых тел и цирков, обвально-осыпных шлейфов и конусов выноса у основания, крупных трещин и блоков отседания, характер слагающего клиф грунта (скальный или рыхлый).

На склонах, опирающихся на клиф, хорошо видны эрозионные формы: потяжины, лощины, балки, промоины и овраги; прослеживается свежесть или сглаженность их элементов; тип и характер растительного покрова (отсутствует, разреженный, сомкнутый). Читаются карстовые и суффозионные западины, блюдца, воронки и провалы.

Начиная с версии 5.0, в Google Earth реализована весьма полезная возможность сравнения разновременных снимков на одну и ту же территорию. Однако, эта опция реализована только для снимков высокого разрешения с КА QuickBird и GeoEye, а период возможностей ретроспективы ограничивается 2002 годом. Набор разновременных снимков также неодинаков: в некоторых случаях это два снимка, в некоторых – пять-шесть. Тем не менее, и за этот период на особенно активных участках, приуроченных к открытым мысам, сложенным легкоразмываемыми породами, динамика процесса проявляется весьма отчетливо. Так, был проведен анализ серии разновременных снимков на участок мыса Волчий (правый берег Иркутского водохранилища), сложенного суглинками III террасы Ангары. Шесть разновременных снимков были приведены к одному масштабу и совмещены по общим контурным точкам. Анализ совмещенных изображений показывает отступление берегового клифа на расстояние 40-50 м за период с 2002 по 2009 гг. На другом участке береговой полосы в районе поселка Новоравзводная за 7 лет берег отступил на 20-25 м.

В то же время, 7-летний промежуток времени оказался недостаточным для выявления отступления клифов абразионных берегов, сложенных скальными грунтами. Вероятно, он будет также недостаточным и для мониторинга по материалам аэросъемки; поэтому для получения данных по разрушению подобных берегов водохранилищ, необходимы полевые исследования и стационарные наблюдения на специально оборудованных площадках.

Анализ разновременных снимков предоставляет информацию по динамике полосы осушки, вызванной сезонными колебаниями уровня водохранилищ. Это особенно характерно для Братского водохранилища, где амплитуда таких

колебаний полосы осушки абразионно-аккумулятивных берегов доходит до 10 м по высоте и до 100 м в плане. Еще большие колебания (сотни метров) отмечаются по низким и плоским берегам в изголовьях ингрессионных заливов.

Подборка снимков с Landsat не имеет в Google Earth ретроспективного набора изображений, а их дешифровочные возможности в рамках задач мониторинга ограничены. Тем не менее, сравнительный анализ этих снимков и топографических карт позволил выявить динамику широких полос осушки, приуроченных к низким отмелым берегам Братского водохранилища, сложенным рыхлыми, легко размываемыми отложениями. Здесь ингрессия вод залива в плане достигает нескольких километров.

Возможность построения перспективных изображений, продольных профилей и виртуальных стереопар с использованием встроенной ЦМР дает немного. Эти изображения позволяют улучшить восприятие характера рельефа, дифференцировать высокие, низкие, приглубые и отмелые берега. При этом, однако, искажается восприятие наиболее важных с точки зрения литодинамики крутых и, особенно, отвесных склонов (клифов). Точностные данные ЦМР тоже оставляют желать лучшего – так, при снятии высотных отметок с горизонтального зеркала водохранилищ диапазон разброса высот достигает 20 м.

Выводы. Дешифровочные возможности спутниковых снимков, высокого разрешения QuickBird-2 и GeoEye примерно соответствуют возможностям среднемасштабной аэросъемки, что позволяет использовать их в качестве основы для создания карт экзогенной динамики береговой зоны водохранилищ.

Снимки среднего разрешения с КА Landsat дают возможность отслеживать на пологих (отмелых и ингрессионных) берегах изменения полосы осушки, вызванные разного рода колебаниями уровня водохранилища.

Разновременные снимки позволяют выявлять изменения в рельефе береговой зоны, при условии, что эти изменения порядка нескольких м/год для снимков высокого разрешения и нескольких десятков м/год – для среднего.

Покрытие исследуемой территории снимками высокого разрешения неполное, особенно на малообжитые территории. Однако, постоянное пополнение, обновление и расширение базы данных Google Earth, позволяют надеяться на временность этого недостатка.

Архивы разновременных снимков на одну и ту же территорию не повсеместны, а их временной интервал мал, что тоже должно измениться к лучшему.

ЦМР Google Earth по точности не удовлетворяют требованиям мониторинга берегов, хотя и позволяют создавать перспективные изображения и стереопары, позволяющие уточнить морфодинамический тип берегов и приблизительно оценить энергию их рельефа.

Таким образом, детальный кондиционный мониторинг изменений береговых морфосистем каскада Ангарских водохранилищ пока невозможен без регулярных продолжительных наблюдений на геостационарных участках. Материалы ДЗЗ при этом должны использоваться в качестве исходных при выборе места таких стационаров, организации полевых обследований и

экстраполяции полученных результатов при оценочном и прогнозном картографировании динамичных экзогенных процессов молодых побережий водохранилищ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Межеловский, Н.В. Аэрокосмический мониторинг геологической среды [Текст] / Н.В. Межеловский, Н.С. Рамм, В.В. Шварев. – М.: Знание, 1988. – 64 с.
2. Google Earth [Electronic resource] – Англ. – Режим доступа: <http://www.google.com/earth/index.html>.

© В.П. Ступин, А.О. Паженцева, Л.П. Ланина, 2011

УДК 528. 1: 631.4

М.В. Телегина

ИГТУ, Ижевск

СОЗДАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «STUDYMAP»

Рассматривается разработка и особенности функций геоинформационной системы «StudyMap». Система предназначена для обучения студентов навыкам использования ГИС-технологий, а также разработки таких систем и их программной реализации. В рамках системы «StudyMap» разработаны и программно реализованы функции создания и редактирования объектов карты, построения тематической карты и расчет материального ущерба от загрязнения почв нефтепродуктами.

M.V. Telegina

The Izhevsk state technical university, Izhevsk

CREATION OF GEOINFORMATION SYSTEM «STUDYMAP»

Development and features of functions of geoinformation system «StudyMap» is considered. The system is intended for training students to skills of use of GIS-technologies, and also development of such systems and their program realization. Within the limits of system «StudyMap» are developed and realized functions of creation and editing of objects of a card, construction of a thematic card and calculation of a material damage from pollution of ground are realized by mineral oil.

Широкое применение геоинформационных систем (ГИС) для различных задач в человеческой деятельности обусловило необходимость изучения студентами высших учебных заведений технологий работы в ГИС, а также анализа пространственной информации, разработки и создания ГИС. Особенно актуальны возможности ГИС кроме создания цифровых карт, осуществление управления базами данных и базами знаний, возможности пространственного анализа картографических и семантических данных.

Создание ГИС как системы автоматизированной обработки информации и управления необходимо для использования ее в учебных целях при проведении лабораторных и практических работ. Целесообразность создания учебной ГИС подобного рода очевидна – для учебных целей не требуется глубоко специфичных возможностей, предоставляемых компаниями-разработчиками профессиональных ГИС. А также создание собственной ГИС позволит избежать издержек на покупку программного обеспечения сторонних производителей.

На кафедре «Автоматизированная обработка информации и управления» Ижевского государственного технического университета разработан ряд ГИС,

предназначенных для решения разнообразных задач [1-3]. В данной работе приведен пример ГИС «StudyMap», использованной для подготовки специалистов по разработке систем автоматизированной обработки информации и управления, а также для получения и использования базовых знаний о ГИС-технологиях студентами направления «Инженерная защита окружающей среды» [4, 5].

Ижевский государственный университет осуществляет подготовку бакалавров и магистров по направлению «Инженерная защита окружающей среды». Специально для выполнения лабораторных работ студентами данного направления разрабатываемая ГИС решает ряд задач пространственного анализа экологической информации, таких как построения тематических карт распределения числовых величин, анализ распределения значений вдоль выбранного профиля, анализ данных в пункте за выбранный период и определение экономического ущерба от загрязнения почв химическими продуктами.

ГИС предназначена для работы под управлением ОС Windows 9x/2k/XP. В качестве системы управления базой данных (СУБД) для данной системы используется БД «Microsoft Access». Структура геоинформационной системы «StudyMap» приведена на рис. 1.

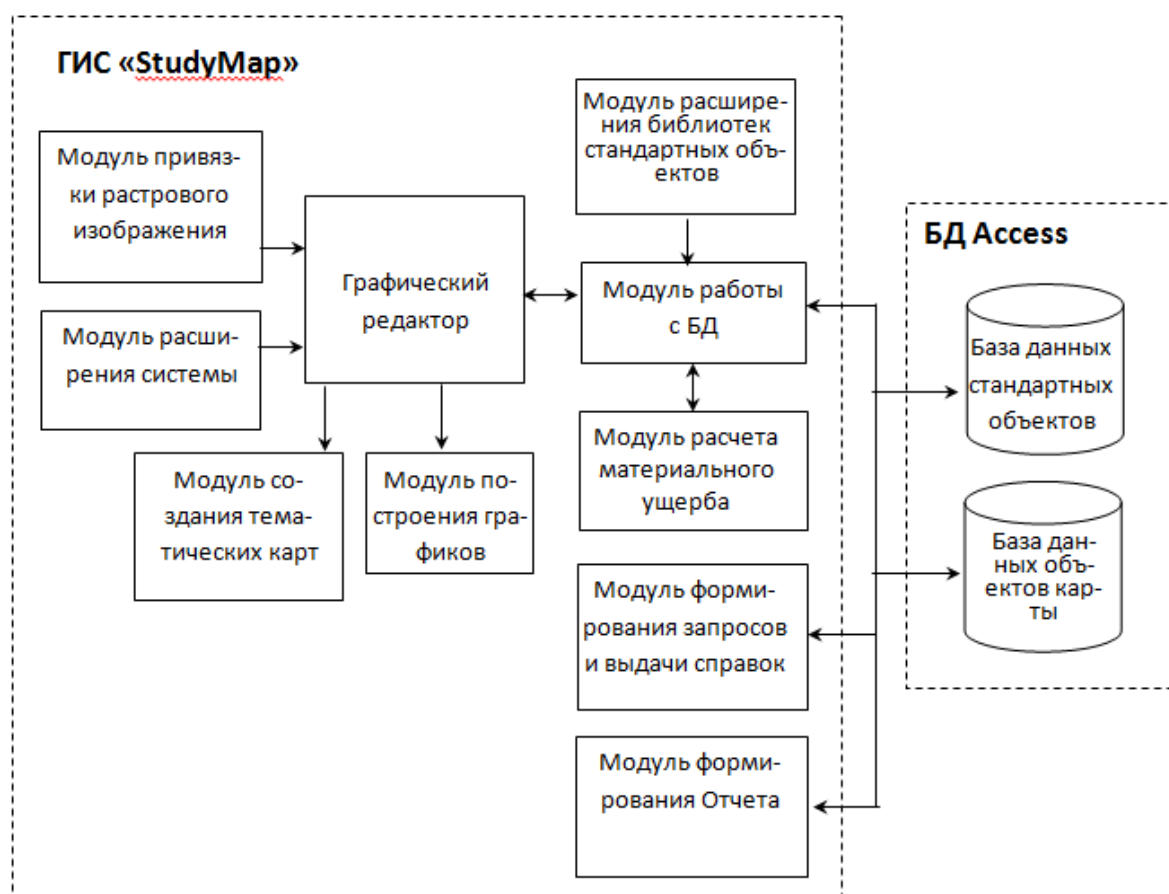


Рис. 1. Структура системы

Модуль привязки растрового изображения к географическим координатам необходим для пересчета экранных координат в географические.

В графическом редакторе создаются векторные изображения. Через модуль работы с базами данных геометрическая и атрибутивная информация о создаваемых объектах сохраняется в базе данных объектов карты.

База данных в ГИС является одним из трех важнейших ее компонентов и содержит данные о слоях и объектах оцифрованной карты.

Все таблицы базы данных содержат геометрические и атрибутивные данные об объектах векторной карты. База данных имеет определенную структуру. В ГИС «StudyMap» на данный момент поддерживается три типа данных: целочисленный, вещественный и строковый.

Имеется библиотека стандартных объектов. Модуль расширения библиотеки стандартных объектов необходим для создания новых стандартных объектов – условных обозначений объектов создаваемой карты. ГИС «StudyMap» предоставляет программисту возможность расширения стандартного набора инструментов своими вычислительными модулями. Подключать модули можно в форме библиотеки с расширением *.dll.

Модули построения графика распределения данных вдоль прямой и в отдельно взятой точке, могут быть использованы, как для отслеживания изменения уровня загрязнения на тематической карте, так и для мониторинга значений температуры в определённой области карты, но в разные временные промежутки. Модуль построения графика выполнен с использованием функции GetPix, которая анализирует цвет пиксела в каждой точке карты.

Обособленным является модуль формирования отчёта, позволяющий просмотреть и документировать данные карты и статистику базы данных (объекты на слое, их атрибуты и т.п.).

В качестве приложения к ГИС “StudyMap”, был разработан модуль расчёта материального ущерба от загрязнения почв химическими веществами в зависимости от площади поражения. Расчеты основаны на утверждённой методике определения размеров ущерба от деградации почв и земель и методике картографии [6]. Предусмотрены импорт размера площади из графического редактора в модуль расчета, оперативное формирование Отчёта (документирование) в Microsoft Word.

Для возможности работы с форматами наиболее распространенных ГИС в системе реализован импорт файлов MID/MIF ГИС MapInfo, которые хранятся в двух файлах: графическая информация содержится в файлах с расширением .MIF, а текстовая в файлах формата MID. Секция данных MIF-файла может содержать любое число графических примитивов, по одному для каждого графического объекта. Для того чтобы осуществить импорт файлов MID/MIF, необходимо чтобы и в MapInfo и в ГИС «StudyMap» был выбран один и тот же способ привязки и были заданы одни и те же точки привязки.

Для организации пространственных данных вводится понятие проекта. Под проектом в «StudyMap» понимается набор таблиц, которые содержат информацию о слоях и объектах цифровой карты, а также атрибутивную

информацию. Для каждой растровой карты необходимо создавать свой проект. Проект создаётся после осуществления привязки изображения.

Сохранённый проект представляет собой каталог, в котором находится два файла: это сама карта «подложка», которая является растровым графическим файлом и файл базы данных Microsoft Access. Файл базы данных содержит в себе всю векторную информацию о добавленных объектах на карту: координаты, тип объекта (точечный, планарный), список всех слоёв и атрибутов. При открытии проекта, загружается растровая карта «подложка» и по базе данных восстанавливаются объекты с атрибутивной информацией, нанесённые с использованием графического редактора.

Таким образом, разработаны и программно реализованы следующие функции ГИС «StudyMap»:

- Создание и редактирование полигональных, линейных, точечных объектов;
- Измерительные операции;
- Построение тематической карты в виде столбчатой диаграммы и непрерывного раstra с применением бикубической интерполяции;
- Обеспечена возможность взаимодействия с основными программно реализованными системы - разработками кафедры: системой концептуального моделирования и проектирования малоэтажных строений, векторизатором растровых изображений, а также возможен импорт файлов формата MIF/MID из MapInfo;
- Расчет материального ущерба от загрязнения почв химическими веществами;
- Построение трендов изменения параметров непрерывного распределения данных о загрязнениях на карте вдоль линии.

Данная разрабатываемая система будет полезна как пособие для изучения ГИС-технологий, создания собственных ГИС и их приложений студентами специальности «Автоматизированные системы обработки информации и управления», а также использования при выполнении лабораторных работ по курсу «ГИС и технологии» студентами экологических направлений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Телегина, М.В. Система сбора и обработки данных экологического мониторинга [Текст] / М.В. Телегина, В.А. Алексеев, М.В. Цапок // Геоинформатика. -2008. - № 3. - С. 17-20.
2. Оперативная система мониторинга земель после аварий и катастроф [Текст] / М.В. Телегина, В.А. Алексеев, И.М. Янников, М.В. Цапок // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. - 2007. -№ 4(10). – Т. 1. - С. 82-86.
3. Телегина, М.В. Опыт реализации ГИС-технологий для задач комплексного исследования территории района хранения и уничтожения химического оружия [Текст] / М.В. Телегина //Теоретическая и прикладная экология.- Киров: О-Краткое, - 2010. - № 1. – С. 45-50.

4. Заявка 2009613546 Российская Федерация. Геоинформационная система «StudyMap» / Телегина М.В., Белых О. А., Минеева Э. В., Кучуганов В. Н. ; заявитель.....- №2009614747; заявл. 03.09.2009.

5. Телегина, М.В. Создание цифровых топографических карт и анализ информации в геоинформационной системе StudyMap» [Электронный ресурс CD] .- Режим доступа: <http://>

6. Телегина, М. В. Методические указания по выполнению лабораторной работы для студентов специальностей 090105, 230102, 230104 [Текст]. – Дата утв. МУ ИжГТУ 07.12.2009. № МУ116/763. – 17 с.

7. 6.Комов, Н.В. Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель [Текст] / Н.В. Комов, В.И. Данилов-Данильян; Комитет РФ по земельным ресурсам и землеустройству, 1993. – 16 с.

© М.В. Телегина, 2011

УДК 528.926:004

С.С. Титов, А.И. Вдовин

ВЕАГП, Минусинск

О МЕТОДИКЕ СОЗДАНИЯ РАСТРОВЫХ МУЛЬТИМАСШТАБНЫХ ГИС ДЛЯ ШИРОКОГО КРУГА ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ (ЦТК)

Рассматривается проблема выбора оптимальной проекции при отображении картографической информации для широкого круга пользователей. Методика перепроецирования основана на использовании вспомогательных коэффициентов.

S.S. Titov, A.I. Vdovin

Verkhneyniseysk aerogeodetic enterprise, Minusinsk

TECHNIQUES OF CREATING RASTER MULTISCALE GIS FOR PUBLIC AT LARGE ON THE BASIS OF DIGITAL TOPOGRAPHIC MAPS

The problem of choosing the optimal projection when presenting cartographic information for public at large is considered. The technique of reprojecting is based on the auxiliary coefficients application.

В настоящее время в программном обеспечении различных информационных устройств широкое распространение получают картографические сервисы и приложения, основанные на представлении данных в растровой форме. Для профессионального пользователя ГИС такой подход сопряжен с рядом очевидных недостатков, выражающихся в невозможности решать задачи пространственного анализа, автоматически обрабатывать массивы геопространственных данных и т.п. Однако задачи рядового пользователя ГИС обычно на порядок проще и сводятся к визуальной оценке отображаемой картографической информации, а общий подход основывается на тех же принципах, что и работа с бумажной картой [1]. Исходя из этого, недостатки растровой формы представления данных не выглядят столь существенными. Авторы считают, что наиболее удачным решением, при предоставлении государственных топографических карт открытого доступа широкому кругу рядовых пользователей, было бы создание сервисов и приложений основанных на растровой форме представления геопространственных данных.

Основа подхода к отображению картографической информации в таких системах – это создание каждого из отображаемых масштабов отдельным растровым слоем и хранение растровых изображений виде отдельных тайлов. Тайлы – небольшие изображения одинаковых размеров, которые являются

фрагментами, формирующими общую картину [2]. Благодаря использованию такого метода время, расходуемое компьютером на загрузку и отображение интересующего фрагмента карты сравнительно невелико.

В данной статье речь пойдёт об алгоритмах перепроецирования и растеризации исходного картографического материала и о формировании тайловой структуры на основе государственных цифровых топографических карт.

Выбор оптимальной картографической проекции и переход к ней являются одними из важнейших этапов подготовки данных. Сохранение проекции Гаусса - Крюгера в неизменном виде не позволит отображать непрерывно более одной шестиградусной зоны. Таким образом, требуется глобальная цилиндрическая проекция, как наиболее удобная для восприятия пользователем. Обычно для подобных целей применяется равноугольная проекция Меркатора, являющаяся традиционной в некоторых странах. Но, при внимательном рассмотрении, главное достоинство проекции, выражающееся в сохранении углов, не имеет определяющего значения при автоматизированном проведении расчетов по карте, без применения традиционных измерительных инструментов. Существенным недостатком проекции является значительное искажение площадей у полюсов, приводящее к не совсем корректному восприятию карты пользователем. Так, например, визуально Гренландия в проекции Меркатора значительно превосходит по площади Австралию и соизмерима с Южной Америкой. Применение равновеликой цилиндрической проекции обладает схожими недостатками (значительными искажениями «сплюснутость» у полюсов) [3]. Решением данной проблемы видится применение в растровых ГИС равнопромежуточной (прямоугольной) цилиндрической проекции.

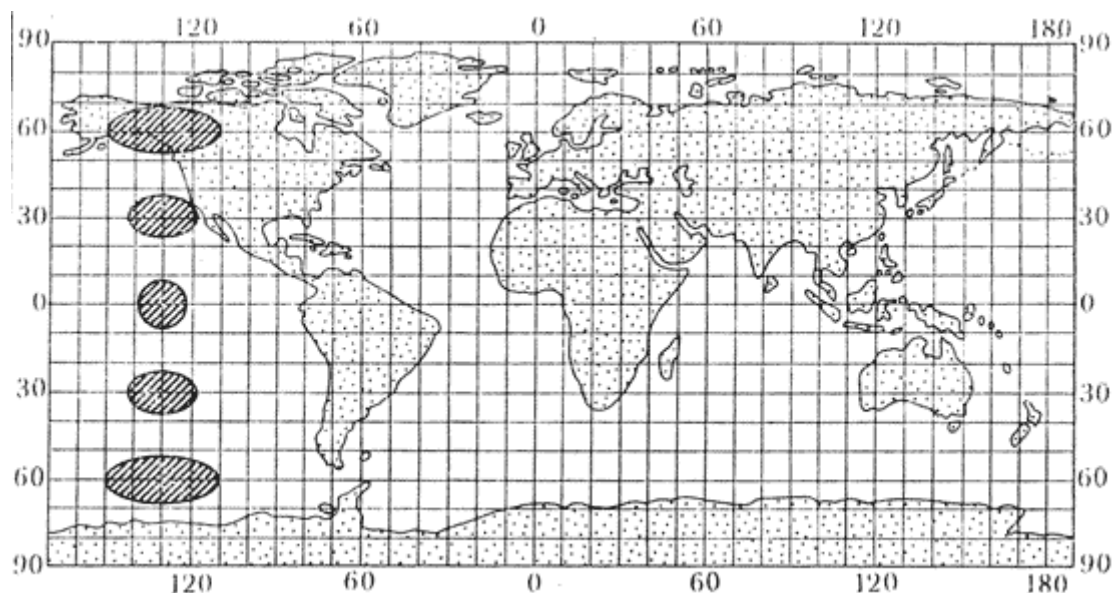


Рис. 1. Цилиндрическая равнопромежуточная проекция

Эта проекция, наряду с удовлетворительным для пользователя внешним видом, обладает существенными преимуществами для разработчика ГИС. Географические координаты широта и долгота, представлены в прямоугольном

виде, размеры градуса одинаковы по всей площади проекции, эта особенность позволяет разработчику четко и однозначно связать размерность битовой карты изображения с географическими координатами.

Однако, принимая во внимание тот факт, что большая часть территории нашей страны находится в средних широтах, соотношение длин сторон номенклатурных листов карт в угловых величинах вдоль параллелей и вдоль меридианов составляет три к двум. Такое соотношение позволяет добиться примерно одинаковых линейных размеров номенклатурного листа по вертикали и по горизонтали, и приблизить его форму к квадратной. Исходя из этих же соображений, необходимо модифицировать цилиндрическую равнопромежуточную проекцию, увеличив масштаб проекции по вертикали в 1,5 раза, с сохранением неизменного горизонтального масштаба. Применение такого коэффициента приведёт к тому, что при перепроецировании номенклатурные листы станут квадратными, что упростит их нарезку на тайлы. Также введение коэффициента позволит уменьшить искажение площадей на территории нашей страны. При этом проекция примет следующий вид:

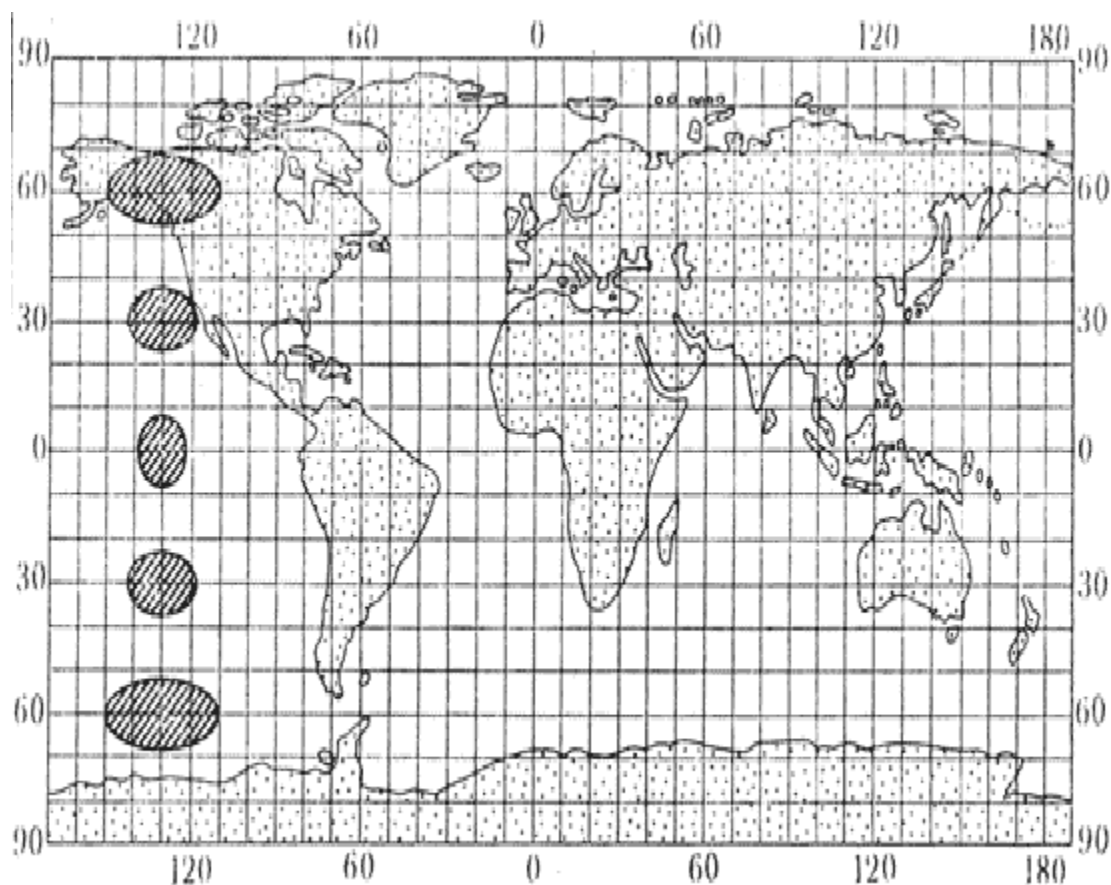


Рис. 2. Модифицированная цилиндрическая равнопромежуточная проекция

Выполняя растеризацию ЦТК, следует выбирать такие значения для разрешения и масштаба отображения, которые обеспечивают лучшую читаемость картографической информации в растровом виде, при этом выбранные масштабы не обязательно должны соответствовать масштабам исходного картографического материала. Часто при работе с бумажными

картами, информация на которых изображена максимально компактно и сжато, приходится применять увеличительные приборы. Делать размеры листов бумажных карт больше – не целесообразно ввиду удобства пользования, хранения и транспортировки. Поскольку этих ограничений нет у электронной карты, желательным условием является обеспечение максимально возможной наглядности при отображении в программе конечного пользователя.

Тайловая структура мультимасштабной растровой ГИС предполагает наличие иерархической структуры хранения тайлов разных масштабов и алгоритмов, обеспечивающих работу с этой структурой [4]. С нашей точки зрения, создавая такую структуру, целесообразно было бы использовать принципы, на которых основывается государственная система номенклатур топографических карт. Но в отличие от государственной системы номенклатур в нашем случае необходимо добиться соответствия размеров листа старшего масштаба четырём листам младшего масштаба. Соответственно четыре листа масштаба 1:200 000 должны соответствовать одному листу масштаба 1:400 000, четыре листа которого, в свою очередь, должны соответствовать одному листу масштаба 1:800 000. Таким образом, необходимо некоторое изменение масштабов ряда государственных карт для построения структуры растровой ГИС.

При организации хранения растровых данных для оптимизации доступа целесообразно выстраивать иерархическую структуру, где папка с тайлами каждого следующего масштаба хранится в папке старшего масштаба. На основе государственных карт должны быть созданы тайлы всех масштабов, начиная с 1:1 600 000. Соответственно весь мир будет делиться на области 5.333*8 градусов. Тайлы более мелких масштабов должны быть созданы отдельно на основе карты мира. Причём структура тайлов более мелких масштабов может отличаться. Таким образом, путь к тайлу масштаба 1: 25 000 будет иметь вид: «326\3\4\4\1\4\1\57.png», где 326 – номер зоны масштаба 1:1 600 000, остальные номера папок означают более крупные масштабы, 57 – расположение тайла на битовой карте (строка и столбец). Такая структура хранения тайлов полностью соответствует требованиям файловых систем и удобна для автоматизированного расчета пути к интересующему тайлу по координатам точки.

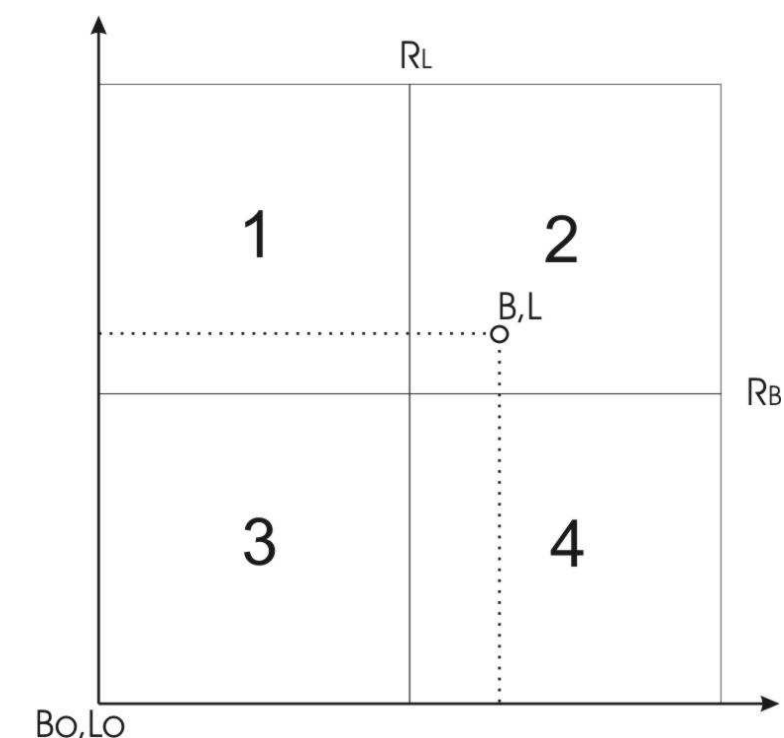


Рис. 3. Расчет пути к тайлу по координатам точки

Расчет пути к интересующему тайлу по координатам точки будет производиться по следующим формулам:

$$N_B = (B - B_0) / R_B$$

$$N_L = (L - L_0) / R_L$$

где B, L – координаты точки в градусах,

B_0, L_0 – координаты левого нижнего угла листа карты данного масштаба,

R_B, R_L – размер листа карты данного масштаба в градусах.

Получаемые в результате параметры N_x и N_y это коэффициенты размещения точки на листе данного масштаба. Они могут изменяться от 0 до 1. Анализируя их можно определить в какой четверти листа находится точка. После чего в путь к тайлу записывается имя очередной ступени, а алгоритм применяется к более младшему листу и так до достижения требуемого масштаба.

Предлагаемые подходы и методы не претендуют на звание единственно верных, они основаны на опыте практических наработок, полученном в ходе выполнения ряда некоммерческих проектов по созданию растровых мультимасштабных ГИС на основе масштабного ряда топографических карт. В ходе дальнейших работ будут разрабатываться новые алгоритмы, а созданные будут корректироваться и уточняться.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Инструкция Главного управления геодезии и картографии при Совете Министров СССР о порядке составления и издания планов городов и других населенных пунктов, предназначенных для открытого опубликования и с грифом "для служебного пользования" (СПГ-88) [Текст].

2. Bing Maps Tile System [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/bb259689.aspx>.
3. Map Projections [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://mathworld.wolfram.com/topics/MapProjections.html>.
4. Картографические проекции [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.cultinfo.ru/fulltext/1/001/008/059/563.htm>.

© С.С. Титов, А.И. Вдовин, 2011

УДК 528.952

Н.Ш. Хайрудинова

ВКГТУ им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск

ПРИМЕНЕНИЕ 3D ГИС ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РЕГИСТРАЦИИ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

В данной статье рассмотрены вопросы применения 3D ГИС для целей регистрации и проектирования объектов недвижимости на примере Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева.

N.Sh. Khairudinova

East-Kazakhstan State Technical University named after D. Serikbayev (EKSTU)
69 Protozanov st., Ust-Kamenogorsk, 070004, Republic of Kazakhstan

3D GIS FOR REGISTRATION OF REAL PROPERTY FACILITIES

This paper gives a short review of the possibilities of using 3D GIS for registration and designing of real property facilities by the example of East Kazakhstan State Technical University named after D. Serikbayev.

Традиционно земля и другие объекты недвижимости всегда регистрировались и представлялись как двумерный объект. На сегодняшний день почти во всех странах мира земельные участки изображают на плоскости. Но современные условия, рост численности населения и застройки диктуют свои требования, так как строительство ведется не только над землей, но и под ней. Поэтому кадастровая система должна объективно отражать существующую ситуацию и не только на поверхности земельного участка, но и под ним. Следовательно, возникает вопрос о создании новой системы регистрации сложных (многомерных) объектов, к примеру, таких как: подземные коммуникации, туннели, подземные гаражи, стоянки и т.д.

Необходимость регистрации собственности объемных объектов решается по-разному в различных странах. Но со временем к собственникам приходит понимание не объективности сложившейся системы регистрации трехмерных объектов, так как, к примеру, сложно выделить участок земли, где фактически заканчиваются границы одного владения (к примеру, трубопроводы) и начинаются владения другого собственника, особенно когда они находятся друг над другом.

Современные технологии позволяют создавать трехмерные карты и тем самым следить за ситуацией, как над землей, так и под ней, но проблема заключается в существующей системе регистрации собственности, которая должна быть изменена радикально. Таким образом, должна быть создана новая

трехмерная модель регистрации объектов, позволяющая вести ее послойно, а не на плоскости.

Цель данной статьи показать возможность применения 3D моделей для целей регистрации и проектирования объектов недвижимости на примере ВКГТУ им. Д. Серикбаева.

Для создания трехмерных карт могут использоваться аэрокосмические данные или данные спутниковой съемки, фото или видео съемка объектов, геодезические измерения, наземные измерения, данные лазерного сканирования, существующие картографические материалы и ГИС-данные. Результаты обработки этих данных могут использоваться как для моделирования объектов, так и для получения, обновления атрибутивной информации, хранящейся в ГИС в виде таблиц.

Трехмерное представление объектов и местности в ГИС значительно расширяет сферы применения ГИС. Восприятие и понимание данных, а также информации становится проще, облегчается принятие решений и повышается эффективность. Более широкие возможности использования 3D ГИС открываются в сфере регистрации и проектировании объектов недвижимости.

На сегодняшний день третье измерение является необходимым для регистрации объектов недвижимости, потому что неизбежно возникает проблема регистрации и представления таких объектов как:

- Подземные конструкции (подземные парковки, гаражи);
- Подземная инфраструктура (линии метро);
- Сооружения, находящиеся один над другим;
- Многоэтажные дома;
- Подземные инженерные объекты (канализация, кабели средств связи);
- Горные выработки.

Проект по созданию трехмерной модели ВКГТУ им. Д. Серикбаева был разработан для демонстрации возможностей использования 3D ГИС для целей регистрации и при проектировании. Для создания такой модели на первом этапе для создания трехмерной карты были использованы поэтажные планы и топографические карты прилегающей территории, обновленные по данным космических снимков. Так как в здании размещено большое количество подвальных помещений, а также различные коммуникации, собственниками которых являются различные организации, для идентификации объектов была создана база данных по всем объектам с указанием каждого собственника. На основе созданных векторных объектов были созданы послойные трехмерные карты.

Векторизация поэтажных планов не была последним этапом создания графической базы данных. Цифровые копии поэтажных планов – двумерные, но объекты сами по себе трехмерные. Поэтому двумерные планы служили в качестве базы для трехмерной визуализации как отдельных комнат, этажей и в здании в целом. Модели с разными уровнями детальности были созданы после текстурирования фасада и крыш. Данные модели были объединены с цифровой

моделью местности и отображены в 3D ГИС, используя специальное программное обеспечение.

На основе исходного полигонального слоя контуров здания средствами ArcGis, и приложения ArcScene были размещены центроиды для размещения трехмерных моделей. Новый инструментарий для работы с трехмерными графическими объектами, который был включен в ArcGis 9, позволяет импортировать, помещать и в случае необходимости изменять размер или поворачивать трехмерные объекты, используемые как символы для точечных объектов. Векторные слои дорог, деревьев и других объектов были спроецированы на цифровую модель местности. Спутниковый снимок моделируемой территории был использован вместо традиционной однородной заливки.

Здания и конструкции, для которых модели не создавались, были вытянуты на высоту, указанную в атрибутивных данных. Подземные коммуникации и подвалы, созданные на основе векторных карт, были помещены в отдельный слой.

В результате была создана трехмерная модель территории и внутренних помещений, а также коммуникаций ВКГТУ. Проект был осуществлен в среде ArcGis, используя модуль 3D Analyst. Визуализация трехмерной модели была выполнена, используя приложение ArcScene.

Полученные материалы могут служить для демонстрации возможностей использования средств 3D ГИС для целей регистрации и проектирования. Проектирование новых конструкций, размещение дополнительных объектов может быть легко выполнено, используя созданную модель. Для инженеров данная модель может быть полезна для планирования размещения зданий относительно друг друга.

Созданная модель территории ВКГТУ позволяет проектировать будущие сооружения, вести подсчет земляных работ, разграничивать ответственность за выполненные работы, так как система трехмерной регистрации позволяет определять границы собственности. Создание такой системы даст возможность намного облегчить процесс регистрации и значительно снизить финансовые и временные издержки.

Подводя итог, можно сказать, что визуализация территории и объектов, размещенных на ней значительно повышает возможности кадастровой регистрации, обеспечение прав собственности, планирования и проектирования. Согласно мнениям многих специалистов применение 3D ГИС для целей регистрации обеспечит безопасность интересов государства, бизнеса и граждан, и станет незаменимым инструментом для визуализации, позволяющим принимать более быстрые и эффективные решения.

УДК 004:528:911.8

В.В. Карпан

СИМОиР, Новосибирск

В.Н. Никитин

СГГА, Новосибирск

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ И ОБНОВЛЕНИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ В «ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ И РАЗВИТИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ СВЯЗЕЙ РЕГИОНОВ»

Разработка «Информационной системы поддержки и развития международных связей регионов» (Регион-МС) осуществляется совместно Сибирским институтом международных отношений и регионоведения (СИМОиР), Новосибирским государственным университетом (НГУ), Институтом экономики и организации промышленного производства СО РАН, Институтом систем информатики СО РАН, Сибирской государственной геодезической академией (СГГА) как интеграционный, междисциплинарный и инновационный проект.

V.V. Karpan

Siberian Institute of International Relations and Regional Studies, Novosibirsk

V.N. Nikitin

SSGA, Novosibirsk

DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGIES FOR CREATING AND UPDATING GEOSPATIAL DATA IN «INFORMATION SYSTEM FOR SUPPORTING AND DEVELOPING INTERNATIONAL RELATIONS OF THE REGIONS»

«Information system for supporting and developing international relations of the regions» (Region MC) is being developed jointly by the Siberian Institute of International Relations and Regional Studies, Novosibirsk State University, the Institute of Economics and Industrial Production Organization and the Siberian State Academy of Geodesy as an integration interdisciplinary innovation project.

Информационная система поддержки и развития международных связей регионов «Регион-МС» разрабатывается с целью создания инструмента проведения научных и прикладных исследований Центром геостратегических исследований СИМОиР для мониторинга процессов развития территорий (субъектов федерации) не только России, но и других государств. Для формирования обоснованных программ развития субъектов Российской Федерации в контексте их международных связей с другими государствами и отдельными территориально-административными единицами этих государств.

Дополнительной целью ставится использование данной информационной системы в учебно-методическом процессе не только СИМОиР, но и других учебных заведений Сибирского федерального округа (СФО), готовящих специалистов по международной проблематике.

В коммерческом и прикладном аспекте, цель разработки информационной системы – последующее формирование и поддержка распределенных локальных систем и баз данных по конкретным субъектам федерации России, в первую очередь – входящих в Сибирский федеральный округ, пользователями которых предполагаются соответствующие региональные органы власти и управления.

Как инструмент проведения научных и прикладных исследований система «Регион-МС» ориентирована на решение следующих задач:

- Выявление и исследование процесса развития территорий на уровне субъектов федерации России и отдельных территориально-административных единиц других зарубежных государств;
- Выявление и исследование процесса развития отдельных государств и их объединений на уровне международных межправительственных организаций;
- Выявление и исследование региональных, межрегиональных и общемировых процессов и тенденций по широкому кругу аспектов;
- Осуществление экспертных оценок, анализ и моделирование (прогнозирование) региональных, межрегиональных и общемировых процессов и тенденций по широкому кругу аспектов.

На логическом (содержательном) уровне информатика системы «РЕГИОН-МС» представляется в терминах объектного подхода. В качестве основного класса рассматриваются политико-административные единицы мира - государства. В этом классе выделяется три уровня входимости (подкласса): регионы (территориально-административные единицы государственного подчинения), в регионах – районы (административные единицы, подчинения региональным административным органам), в районах - хозяйствующие субъекты. Поскольку рассматривается административно-политические аспекты объектов, то кроме территориальных образований в подклассы «регион» и «район» включены и точечные образования (поселения), соответственно, государственного и регионального подчинения. А также в рамках понятия регион рассматриваются и логические агрегированные объекты как внутри отдельных государств (например, в России -экономические районы, федеральные округа и пр.), так и на международном уровне (например, Азиатско-Тихоокеанский регион, Ближний Восток, Большая Центральная Азия и пр.).

Информация по каждому элементу классов «государство», «регион», «район», может иметь как документалистские форматы описания (полнотекстовые документы, таблицы, видео - и аудиоформаты), так и картографическое представление.

Для каждого подкласса определяются собственные масштабы и форматы картографических представлений. Картографическая информация должна иметь четыре уровня представления:

- Мир в целом,
- Континент,
- Государство (группа государств),
- Субъект (группа субъектов).

Для каждого из уровней представления определяется свой масштаб карт и вид картографических проекций.

Картографические представления административно-политического описания объектов являются базовыми.

Информация по свойствам объектов логически представляется в виде нескольких слоев и срезов. Различаются функциональные слои и хронологические срезы.

Каждый функциональный слой содержит информацию по законченному содержательному аспекту (совокупности свойств), присущему элементам некоторого класса информационных объектов или связям, существующим между ними. Например, для класса «государство» рассматриваются слои «население», «экономика», «география», «государственное устройство и политическая система», «вхождение в международные организации», и другие. Параметры функциональных слоев хранятся в документалистских форматах, а для визуализации динамически (по запросу клиента) формируются в виде таблиц, которые интерпретируются средствами поддержки геоформатов в тематические слои на базовое картографическое представление.

Хронологические срезы представляют собой временные ряды изменения состояния объекта. Накопление состояний происходит по событийному принципу, то есть при изменении значения некоторого существенного свойства. При этом изменения рассматриваются и накапливаются по срезам. То есть, если изменился некоторый параметр по некоторому аспекту описания некоторого объекта некоторого класса, то создается и запоминается новое описание этого объекта на соответствующем функциональном слое. Таким образом, для каждого описания на каждом функциональном слое обязательным параметром является дата свершения события, обусловившее появление нового состояния свойств по аспекту, которые этот слой отображает. При запросе пользователя о характеристиках элемента некоторого объекта на некоторую дату выбирается из накопленных описаний соответствующего слоя такой хронологический срез, у которого дата образования является ближайшей и не большей запрашиваемой даты.

Важнейшей компонентой системы является специализированная геоинформационная система (ГИС), обеспечивающая картографическое представление (отображение) как территориальных объектов (государств, регионов, их различных объединений и пр.), так и отображение точечных объектов на картах (столицы, административные центры, прочие объекты). Основными функциями геоинформационной системы являются:

- Выбор карты должного временного среза с представлением на ней выбранного пользователем объекта;
- Выделение (отображение) заданных пользователем территорий (объектов) на карте;
- Объединение (отображение на карте) территорий группы (групп) объектов, заданных пользователем;
- Наложение, по указанию пользователя, на карту одновременно до трех функциональных слоев, характеризующих территории (объекты);
- Автоматический выбор и отображение карты требуемого масштаба, при желании пользователя увеличить (уменьшить) разрешение (представление) объекта.

Одной из специальных функций геоинформационной системы является отражение динамических процессов изменения территорий государств или их союзов в заданные хронологические периоды, а также отражение на картах иных динамических процессов, характеризующих отмеченные объекты.

В соответствии с выбранной концепцией построения базы разновременных данных была разработана технология, позволяющая создавать и дополнять хронологически организованные базы картографических данных, состоящая из следующих этапов:

- Составление технического проекта;
- Предварительная обработка картографических материалов;
- Сбор картографических материалов;
- Формирование хронологических последовательностей;
- Оформление картографических материалов.

Сбор картографической информации включает:

- Векторизацию скорректированных картографических изображений с заданной точностью с получением графических объектов, распределенных по слоям в соответствии с их типом;
- Сбор семантической и хронологической информации.

В соответствии с техническим проектом создаются слои картографической базы данных. С каждым слоем связана таблица, в которую вносится информация об объектах. Регистрация состояния объектов происходит по событийному принципу, поэтому структура таблицы должна быть оптимизирована для фиксации событий в соответствии с образцом, представленным в табл. 1.

Таблица 1. Структура данных для сбора хронологической информации

Название поля	Тип поля	Примечание
Before_name	строковое	символьный идентификатор для связи с субъектом базы данных до наступления события
From_date	дата	дата события, изменившего состояние субъекта
Current_date	дата	дата текущего отношения объекта и субъекта
Current_name	строка	символьный идентификатор для связи с субъектом базы данных в текущем состоянии
To_data	дата	дата второго события, снова изменившего состояние субъекта
After_name	строка	символьный идентификатор для связи с субъектом базы данных после наступления второго события

На рис. 1 рассмотрен пример сбора информации и заполнения таблицы событий для южной части острова Сахалин, связанных с переходом южной части острова из состава Российской империи в состав Японии по результатам Русско-японской войны 1905 года и возвращения в состав Советского Союза по результатам второй мировой войны. Таблица событий при отсутствии полной информации может быть заполнена только частично, но с обязательным указанием текущей связи с субъектом и даты этой связи (в соответствии с годом, по состоянию на который создана карта).

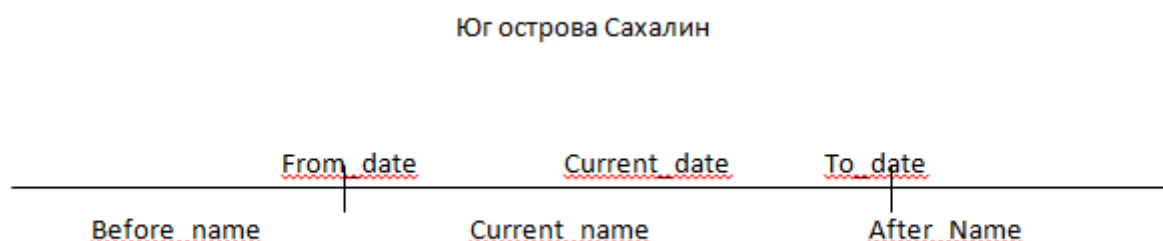


Рис. 1. Информация о событиях, изменивших состояние южной части острова Сахалин

Собранные картографические данные на разные моменты времени и информация о событиях является исходным материалом для создания единой хронологической базы данных. Хронологическая база данных представляет собой базу данных векторных объектов, у которых дополнительно описано три поля:

- Время начала существования объекта;
- Время окончания существования объекта;
- Символьный идентификатор для связи с субъектом внешней базы данных.

Для формирования и обновления хронологической базы данных необходимо обработать определенного рода события, связанные с изменением границ и статуса помещенных туда субъектов.

Общий принцип формирования хронологической базы данных состоит в следующем:

- Поочерёдно извлекаются объекты из подготовленных ранее разновременных картографических баз данных;

- Каждый такой объект благодаря специальной структуре таблиц может содержать информацию об одном или о двух событиях, связанных с изменением статуса данного объекта (и его отношения к определённому субъекту);

- После определения даты события в хронологической базе данных производится поиск объектов и субъектов, которые имеют отношение к данному событию как по пространственному критерию, так и по критерию связанности субъектов на момент свершения события;

- Создание новых объектов, отражающих территориальные потери или приобретения субъектов, с заполнением полей «время начала существования», «время окончания существования», «символьный идентификатор»;

- Фиксация прекращения существования объектов, относящихся к изменяемым объектам (заполнение поля «время окончания существования объекта»).

При выполнении операций «сложение» и «вычитание» над пространственными объектами неизбежно возникают нестыковки в виде вырожденных контуров. Эти контуры отфильтровываются в ручном или полуавтоматическом режиме.

Основная задача практических исследований заключалась в отображении хронологии событий, происходивших на территории России за период от начала до середины XX века, связанный с интенсивным изменением государственных границ стран Европы. Для этого требовалось создать большую базу данных, которая включала различные аспекты не только в области истории, но и картографии. В качестве исходных материалов для создания хронологической базы данных использовались различные растровые карты на территорию Российской Федерации, отличавшиеся масштабом, датой актуализации и содержанием:

- Карта Российской Империи масштаба М 1: 16 000 000 по состоянию на 1914 г (Россия в XIX– начала XX столетия, на двух листах);

- Карта РСФСР масштаба М 1: 10 000 000 по состоянию на 1922 год (Национально – государственное устройство СССР на 1922 год);

- Карта СССР масштаба М 1: 10 000 000 по состоянию на 1967 год (Национально – государственное устройство СССР на 1967 год).

Сбор векторной картографической информации выполнялся в ГИС MapInfo. Для каждого типа объектов создавались отдельные слои (государства, республики, регионы). Каждый слой снабжался дополнительными полями для фиксации хронологической информации, полученной с карты (рис. 2). Затем данные заносились в базу геоданных ArcGIS.



Рис. 2. Карта Российской империи и СССР по состоянию на 1914, 1922, 1967 год

Созданные слои и занесенная в них информация рассматривались как описания событий, происходивших на территориях, отображённых на картах. В соответствии с данными описаниями сформирована единая хронологическая база данных, позволяющая изучать динамику изменения территории Российского государства и приграничных стран путём восстановления состояния изучаемой территории в любой момент времени. Встроенными средствами ArcGIS были созданы анимационные ролики, демонстрирующие процесс изменения границ и государственного устройства России и стран, расположенных по соседству.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Берлянт А.М., Ушакова Л.А. Картографические анимации.– М.: Науч. мир, 2000.– 108 с.
2. Ивлев А.М., Дербенцева А.М., Ознобихин В.И., Крупская Л.Т., Саксин Б.Г. Почвенно-экологическое картографирование. Учебное пособие.– Владивосток: Изд-во Дальневосточного университета, 2004.– 110 с.
3. Сайт-проект «Победители-солдаты Великой войны». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.pobediteli.ru/>.

© В.В. Карпан, В.Н. Никитин, 2011

УДК 528.926:004

В.С. Писарев

СГГА, Новосибирск

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ МАКЕТА ИСА ГИС

Инструментально справочно-аналитические ГИС призваны обеспечивать общественные потребности в систематизированной, отобранной по целевому назначению, достаточно долговременной по своей значимости информацией. Объем этой информации не должен быть ограничен и должен представлять собой некоторый временной срез состояния в той или иной предметной области. Информация в целом достаточно однородна с точки зрения достоверности, точности и надежности, поскольку она профессионально проанализирована в процессе составления данной системы.

ИСА ГИС сочетают в едином информационном материале элементы разных средств мультимедиа и в то же время могут обеспечить возможность работы с одним из мультимедийных видов информации; например, обеспечить просмотр фотоальбома или альбома видеоклипов, прослушивание музыки, изучение карт отдельно от текстовой части и т. д.

V.S. Pisarev

SSGA, Novosibirsk

MODEL STRUCTURE DEVELOPMENT FOR TOOL REFERENCE AND ANALYTICAL GIS

Tool reference and analytical GIS is to meet public demand in systematized, target-selected information of long-term significance. This information volume should not be limited presenting some time sample of a specified subject field state. In general the information is rather homogeneous as concerns its reliability, accuracy and adequacy, as it was professionally analyzed in the process of the system development.

The uniform information content of the tool reference and analytical GIS integrates the elements of different multimedia, providing opportunity of working with one of its forms: viewing photo album or video clips, listening to music, examining maps and texts separately, etc.

Исследования выполняются в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. по государственному контракту № 02.740.11.0735.

Инструментальная справочно-аналитическая геоинформационная система (ИСА ГИС), представляет собой специализированную ГИС, предназначенную 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.

Инструментально справочно-аналитические ГИС призваны обеспечивать общественные потребности в систематизированной, отобранной по целевому назначению, достаточно долговременной по своей значимости информацией. Объем этой информации не должен быть ограничен и должен представлять собой некоторый временной срез состояния в той или иной предметной области. Информация в целом достаточно однородна с точки зрения достоверности, точности и надежности, поскольку она профессионально проанализирована в процессе составления данной системы.

В состав инструментальной справочно-аналитических ГИС должны входить базы картографических, фактографических и текстовых данных, комплекс программных средств для введения, хранения, поиска, преобразования, анализа и вывода геопространственной информации, требуемой для изучения территории, получения справочных сведений, подготовки проектов и принятия решений, направленных на развитие экономики и создание условий по обеспечению жизни и деятельности населения территории.

При создании инструментальной справочно-аналитической ГИС необходимо исходить из следующих концептуальных положений, которые обеспечивают успешное и массовое использование таких систем.

Создание инструментальной справочно-аналитической ГИС должно строиться на базе полнофункциональной ГИС, позволяющей полноценно визуализировать на экране картографическое изображение в векторном и растровом формате с дополнительным включением аналитического модуля и модуля для воспроизведения средств мультимедиа: видео, звука, фотографий, фотопанорам, рисунков, графиков, диаграмм.

Структура организации информации в инструментально справочно-аналитических ГИС представлена как гипертекстовая сетевая, что обеспечивает ссылки на один и тот же массив информации из разных мест информационного поля, в такой системе реализована развитая иерархическая система меню. ИСА ГИС сочетают в едином информационном материале элементы разных средств мультимедиа и в то же время могут обеспечить возможность работы с одним из мультимедийных видов информации; например, обеспечить просмотр фотоальбома или альбома видеоклипов, прослушивание музыки, изучение карт отдельно от текстовой части и т. д.

Для создания типовой ИСА ГИС необходимо выполнить следующие основные технологические этапы в указанной последовательности:

- 1 этап – разработка сценария создаваемой ИСА ГИС;
- 2 этап – сбор исходной информации о территории;
- 3 этап – разработка структуры и содержания ИСА ГИС;
- 4 этап – выбор существующего и разработка нового программного обеспечения;
- 5 этап – создание рабочего макета ИСА ГИС;

- 6 этап – настройка программной оболочки для ИСА ГИС;
- 7 этап – создание руководства пользования данной ИСА ГИС;
- 8 этап – создание программы инсталляции (дистрибутива);
- 9 этап – проверка и отладка работоспособности ИСА ГИС;
- 10 этап – формирование мастер-диска ИСА ГИС;
- 11 этап – тиражирование ИСА ГИС на электронных носителях.

Рассмотрим эти этапы отдельно и более внимательно.

1 этап - разработка сценария создаваемой справочно-картографической ГИС.

Началом создания любой ИСА ГИС служит этап составления сценария.

Сценарий – программа, план, структурная схема компьютерной презентации, мультимедийного произведения (например, атласа), отражающая последовательность и связи отдельных сцен (кадров).

Следует отметить, что в настоящее время, основное информационное содержание справочно-картографических ГИС создается на Web-страницах с помощью языка гипертекстовой разметки HTML и программ позволяющим полноценно работать с ними.

В цифровой картографии за счет того, что идет работа с большим количеством данных, например, с картографическим атласом или справочно-картографической ГИС, мы предлагаем использовать в качестве нормативного документа не программу карты, а сценарий, тот документ, которым будет регламентирована структура разрабатываемой ИСА ГИС ее тематические разделы, состав и последовательность разработки.

Сценарий инструментальной справочно-аналитической ГИС разрабатывается согласно назначению, предъявляемым техническим и программным требованиям, области применения и т. д. обязательно содержит следующие типовые информационные блоки:

- Макета компоновки страниц и дизайна ИСА ГИС в целом;
- Содержание ИСА ГИС с тематическими разделами или рубриками;
- Список и состав карт по тематическим разделам;
- Проектирование базы данных ИСА ГИС и поисковой системы.

Следует так же отметить, что количество и содержание данных информационных блоков может меняться в зависимости от индивидуальных особенностей каждой конкретной инструментальной справочно-аналитической ГИС.

2 этап – сбор исходной информации о территории.

На данном этапе происходит сбор, анализ и систематизация исходной информации о территории, на которую будет создаваться инструментальной справочно-аналитической ГИС.

3 этап – разработка структуры и содержания СК ГИС.

Структура – фиксированное упорядоченное множество частей чего-либо (объектов) и отношений между ними [1].

В данном случае структура создаваемой справочно-картографической ГИС содержит: состав, полноту и взаимное расположение тематических разделов, так же планируется состав и полнота каждого тематического раздела.

4 этап – выбор существующего и разработка нового программного обеспечения.

Выбор и разработка нового специализированного программного обеспечения (ПО) является очень важным этапом при создании справочно-картографической ГИС, от которого зависит весь успех в дальнейшем функционировании всей системы.

На данном этапе происходит отбор программного обеспечения для создания и функционирования СК ГИС, которое можно разделить на стандартное и специализированное.

Стандартное программное обеспечение – то, которое можно приобрести в свободной продаже, используется для создания картографического материала, текстов, фото, видео звука и т.д.;

Специализированное программное обеспечение – то, которое разрабатывается специально для каждой отдельно взятой инструментальной справочно-аналитической ГИС, используется для функционирования непосредственно самой системы и выполнения отдельно взятых функций, например: поиск оптимального пути проезда на карте, поиск по ключевому слову в текстовой части, формирования списка электронного содержания и т.д.

Кроме того, важной задачей на данном этапе является подбор оптимальных технических средств (конфигурации компьютера) для дальнейшего функционирования СК ГИС.

5 этап – разработка рабочего макета справочно-картографической ГИС.

Макет – модель, пробный экземпляр, предварительный образец чего-либо, представленный в натуральную величину [1].

Данный этап является самым трудоемким и значимым. На данном этапе происходит непосредственное создание и формирование тематических разделов системы с наполнением справочной и картографической информацией.

На данном этапе осуществляется преобразование в цифровую форму картографической и справочной информации (например, карты традиционные, авторские оригиналы карт, рисунки, графики, фотографии, аэро-, фото- и космические снимки).

Полученные в результате сканирования цифровые изображения передаются в программу обработки растровых изображений, в которой выполняется цветовая, тоновая и яркостная коррекции и изменение контраста, выполняется художественная ретушь, применяются разнообразные художественные специальные эффекты.

Справочная информация состоит из текстовых страниц, ряда тематических фотографий (фотоальбома), видеоряда и дополнительной вспомогательной информацией (рисунки, таблицы, графики, космические снимки и т. д.). Вся справочная информация систематизируется и группируется по тематическим блокам в виде иерархической структуры и интегрируется в текстовый вывер.

Картографическая информация состоит из картографической основы картографируемой территории. Масштаб, правила генерализации основы регламентируется сценарием разрабатываемой СК ГИС.

Далее все тематические карты будут базироваться на единой картографической основе.

От удачно разработанного макета компоновки страниц, списка карт, содержания и структуры ИСА ГИС будет зависеть не только внешний вид данной системы, но и последовательность освещения отображаемых тем, объектов и явлений картографируемых территорий, а также эффективность, простота, удобство поиска пользователями основной картографической и дополнительной справочной информации.

6 этап – настройка ГИС оболочки.

ГИС оболочка – специализированная программа разрабатывается, как правило, на основе полнофункциональной ГИС программы, позволяющая формировать и визуализировать на экране картографическое изображение в векторном формате, «закрытом» для редактирования.

ГИС оболочка объединяет в себе текстовый и картографический вьювер и содержит встроенный модуль поисковой системы. Также она должна иметь гибкий и настраиваемый интерфейс с возможностями установления прямых и обратных связей с карты (или объектов на карте) с дополнительной справочной информацией, как текстовой, так и с дополнительным включением всевозможных средств мультимедиа: видео, звука, фотографий, фотопанорам, рисунков, графиков, диаграмм.

Таким образом, специализированная ГИС оболочка, обеспечивает эффективное отображение и поиск необходимой справочно-картографической информации для пользователя.

7 этап – создание руководства пользователя.

На данном этапе происходит создание руководства пользователя создаваемой ИСА ГИС. Это справочный документ, в котором детально и доступно расписываются все элементы управления и возможные функции, которыми обладает данная система, а также описываются возможные действия, которые нужно выполнить пользователю, в случае отказа работоспособности некоторых функций.

8 этап – создание дистрибутива ИСА ГИС.

На данном этапе происходит создание дистрибутива справочно-картографической ГИС, непосредственно того элемента, который будет устанавливаться с электронного носителя на компьютер пользователя.

9 этап – проверка и отладка работы ИСА ГИС в комплексе.

Очень ответственный этап при разработке справочно-картографической ГИС, на котором происходит тестовое испытание работоспособности всей системы в различных режимах работы с целью выявления ее недостатков и следовательно их устранения.

10 этап – формирование мастер-диска ИСА ГИС.

После успешной проверки и устранения ошибок в общей работоспособности системы инструментальной справочно-аналитической ГИС.

Мастер-диск – электронный носитель (CD-Rom, DVD-Rom и т.д.), на котором содержится дистрибутив ИСА ГИС, руководство пользователя и в

некоторых случаях дополнительное программное обеспечение, необходимое для корректной работы всей системы.

11 этап – тиражирование ИСА ГИС.

После того, как сформирован мастер-диск, мастер-диск передается для тиражирования. Количество тиража, регламентируется разработанным ранее сценарием ИСА ГИС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПОСОК

1. Берлянт, А. М. Картографический словарь [Текст]. - М: Научный мир, 2005. - 424 с.

© *В.С. Писарев, 2011*

УДК 528.926:004

У. Сарангэрэл

Монгольская Ассоциация Геодезии, Фотограмметрии и Картографии
Институт информатики и дистанционного зондирования Академии Наук
Монголии

e-mail: cartography_mongolia@yahoo.com

Б. Энхтүвшин

Монгольская Ассоциация Геодезии, Фотограмметрии и Картографии
e-mail: enkhee@geomon.mn

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ КАРТОГРАФИЯ

Географическая информационная система (ГИС), это есть автоматизированная картография, то есть процесс систематизации и анализа, обработки, резервов, составление цифровых карт на основе информационных данных по отношению географическим положением. ГИС-результат взаимодействия картографии и статистического анализа и технологии обработки информационных баз данных. Мы подвинули новую функцию в геоинформационную картографию, которая выражается следующими функциями, $Z_n = \ln E_n(x, y)$.

U. Sarangerel (PhD)

Mongolian Association of Geodesy, Photogrammetry & Cartography
Mongolian Academy of Sciences, Institute of Information & Remote Sensing
e-mail: cartography_mongolia@yahoo.com

B. Enkhtuvshin

Mongolian Association of Geodesy, Photogrammetry & Cartography
e-mail: enkhee@geomon.mn

GEOINFORMATION CARTOGRAPHY

A geographic information system (GIS) is the automated cartography, so, GIS, or geospatial information system is any system that analyzes, manages, captures, stores, and presents data that are linked to location(s). GIS is the merging of cartography, statistical analysis, and database technology. We are developing a following new function for geo-information cartography, like $Z_n = \lambda_n E_n(x, y)$.

Геоинформационная картография это и есть результат взаимодействия общей информатики и картографии (рис. 1). Точнее она новое интегрированное научное направление, которое находится на перекрестке таких направлений как *автоматизированная картография и дистанционное зондирование, аэрокосмические снимки, включая цифровую фотограмметрию и дешифрирование и геоинформатика.*

Здесь очень важную роль играет систематизированная картография. Причины, которые оказывают сильное влияние на геоинформационной картографии следующие:

- Внедрение в практику и научное исследование новых геоизображений таких, как электронные карты, фото-карты, космические снимки.
- Внедрение компьютерного составления карт и автоматизированной системы (АК) в картографию, поскольку это и есть ядро ГИС.
- Основой высказанных двух является изучение геосистем и системы моделирования картографии.

Временное изменение любого явления можно охарактеризовать как функцию:

$$F=f(x, y, t). \quad (1)$$

При данной функции в случае фенологического и экологического картографирования, если определенный момент времени t отметим $t=\text{const}$, тогда пространственные координаты x, y, z переводится на плоскость (x,y) следующим выражением:

$$z=f(x, y) \quad (2)$$

Выразим z с помощью матриц:

$$Z = \begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} & Z_{13} & \dots & Z_{1n} \\ Z_{21} & Z_{22} & Z_{23} & \dots & Z_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ Z_{m1} & Z_{m2} & Z_{m3} & \dots & Z_{mn} \end{pmatrix}, \quad (3)$$

Если учесть, что координаты целых чисел $i = 1, 2, 3, \dots, m$
 $j = 1, 2, 3, \dots, n$

тогда координаты x, y можно выразить как следующие функции, воспринимая коэффициенты S_x, S_y :

$$\begin{aligned} x &= S_{xi}; \\ y &= S_{yj}; \end{aligned} \quad (4)$$

В случае $S_x=S_y$ это и есть карта в картографической проекции прямоугольной сетки.

Когда мы создаем карту с множеством разных тематических элементов, матрицы (3) можем выразить как функции:

$$\begin{aligned} Z_1 &= f_1(x,y), \\ Z_2 &= f_2(x,y), \\ &\dots \\ Z_r &= f_r(x,y) \end{aligned} \quad (5)$$



Рис. 1. Схема геоинформационной картографии

Выражения (1-5) и есть алгоритм традиционной картографии. Геоинформационная картография аналогично проходит эти этапы. Например:

1. Преобразование аналоговых данных в цифровые.
2. Обработка цифровой модели рельефа (ЦМР).
3. Составление цифровой карты с помощью ЦМР.
4. Обработка геоинформационных баз данных.

Когда мы обрабатываем геоинформационные баз данных (процесс кодирования множество объектов географическими координатами), четвертый этап мы выражаем с помощью следующих функций:

$$F_1=f(x,y,z,\lambda) \text{ и } F_2=f(x,y,z,E), \quad (6)$$

где $\lambda=\text{const}$ - название объекта, $E=\text{const}$ - характеристика объекта. Отсюда следуют:

$$z_1=\lambda(x,y) \quad (7)$$

$$z_2=E(x,y) \quad (8)$$

Если z изобразить через следующие матрицы:

$$Z_1 = \begin{vmatrix} Z_{11} & Z_{12} & Z_{13} & \dots & Z_{1n} \\ Z_{21} & Z_{22} & Z_{23} & \dots & Z_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ Z_{m1} & Z_{m2} & Z_{m3} & \dots & Z_{mn} \end{vmatrix} \quad (9)$$

$$Z_2 = \begin{vmatrix} Z_{11} & Z_{12} & Z_{13} & \dots & Z_{1n} \\ Z_{21} & Z_{22} & Z_{23} & \dots & Z_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ Z_{m1} & Z_{m2} & Z_{m3} & \dots & Z_{mn} \end{vmatrix}, \quad (10)$$

где координаты целых чисел $i = 1, 2, 3, \dots, m$

$j = 1, 2, 3, \dots, n$

($Z_{11} \ Z_{12} \ Z_{13} \ \dots \ Z_{1n}$ - это и есть члены матриц, но каждый член мы выражаем как функция $Z_1=f_1(x,y)$ и т.д.).

Следовательно, координаты x, y можем выразить как следующие уравнения по коэффициентам S_x, S_y :

$$x=S_{xi};$$

$$y= S_{yj}. \quad (11)$$

Когда со использованием типичных информационных основ, как например, топографической информационной основы определенного масштаба, обрабатываем тематические информационные базы данных, то функция (5) примет вид:

$$\underline{Z}_1=\lambda_1 E_1(x,y),$$

$$\underline{Z}_2=\lambda_2 E_2(x,y),$$

.....

$$\underline{Z}_r = \lambda_r E_r(x, y). \quad (12)$$

Отсюда следует, что выражения (6-12) и есть та новая функция, которую мы добавляем в геоинформационную картографию, основываясь на традиционных картографических алгоритмах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Menno-Jan Kraak, Allan Brown. (2001): Web Cartography, Great Britain, TJ International Ltd, Padstow. London & New York. P. 9-15, 53-79.
2. Берлянт, А. М. Геоинформационные технологии и их использование в эколого-географических исследованиях [Текст] / А. М. Берлянт, О. Р. Мусин, Ю. В. Свентэк.- М. "География": МГУ, 1993.
3. Геоинформатика [Текст] / А.Д. Иванников, В.П. Кулагин, А. Н. Тихонов, Ю.Я. Цветков.- М.: Макс Пресс, 2001.

© У. Сарангэрэл, Б. Энхтувшин, 2011

УДК 528.88; 502.3

С.А. Зайченко, М.Ю. Потанин, Г.В. Потапов

ИТЦ СканЭкс, Москва

ГЕОСЕРВИСЫ ОПЕРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ РАННЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЧС

Системы мониторинга на основе космических данных сегодня широко внедряются в работу подразделений ГО и ЧС. Разнообразие применимых технологий и данных позволяет осуществлять мониторинг различных природных процессов и явлений, часть которых представляет не только опасность для хозяйственной деятельности человека, но зачастую и жизни. Раннее обнаружение очагов природных пожаров, детектирование загрязнений акваторий нефтесодержащими продуктами, мониторинг половодья и разливов рек – только лишь часть задач, в организации решения которых ИТЦ СканЭкс использует современные веб-технологии.

S.A. Zaichenko, M.Yu. Potanin, G.V. Potapov

ScanEx RDC, Moscow, Russia

GEO-SERVICES OF OPERATIONAL MONITORING FOR EARLY WARNING AND DISASTER MANAGEMENT

Systems of monitoring based on space data are nowadays widely introduced into the operations of the Departments of Civil Defense and Emergencies. The variety of applied technology and data enable to conduct monitoring of different natural events and phenomena, which can sometimes be hazardous not only for human economic activities, but for live safety as well. Early detection of natural fires, of water pollutions with oil products or monitoring of river seasonal and flash floods – those are only a small part of tasks that ScanEx RDC endeavors to resolve applying modern web-technologies.

Система мониторинга – это информационный сервис. Как эта информация будет использоваться на практике, будет ли она полезна в управлении, в системе принятия решений, зависит от различных факторов: как технологических, так и организационных. Один из подходов к реальному внедрению мониторинга – это организация системы контроля на основе оперативных данных. Можно сказать, что возможность построения системы контроля на базе мониторинговых данных – индикатор успешности (эффективности) мониторингового сервиса в целом.

Сервис мониторинга представляет собой нечто большее чем просто набор компонентов, как то: данные, результаты их обработки, софт для специалистов, интерфейс отображения данных. Сервис – это в первую очередь система

донесения информации до конечных пользователей, как правило, требующая расшифровки и поддержки со стороны тех же специалистов.

Очевидная тенденция организации подобных систем – данные при этом не просто передаются по Интернет, как по каналу связи (например, выкладываются для скачивания по ftp), а предоставляются в виде геосервиса, когда пользователь получает значительную часть информации, не закрывая окна браузера, при этом дополнительные данные сторонних сервисов оперативно подключаются в систему. В рамках геосервиса могут быть доступны функции: визуализации оперативных (свежих) данных, просмотр метаданных, выбор архивных данных, возможность наложить собственные данные и др.

Почему в интеграции элементов подобной системы ведущую роль играют именно веб-технологии? Та технологическая парадигма, на которой строится интернет, как раз предполагает обмен между сервисами и на уровне данных, и на уровне компонент приложений. Хорошим тоном для веб-сервиса является предоставление API – программного интерфейса для разработки приложений. А если это еще и контентный сервис, как в случае картографической и миниторинговой информации – то на основе протоколов обмена могут быть реализованы специальные интерфейсы для интеграции данных в сторонние сервисы и приложения. На такой технологической основе разработчики могут построить распределенную информационную систему, компоненты которой будут связаны между собою через веб-сервисы.

Основные преимущества, которые получает пользователь веб-сервиса:

- Доступ к информации в удобном (интерактивном) виде;
- Использование браузера вместо специального ПО;
- Многопользовательский доступ к данным мониторинга;
- Возможность стыковки (с помощью ссылок, фреймов, API и т.п.) с другими веб-ресурсами пользователя (сайтами, порталами, веб-приложениями и т.п.).

Для создания геосервисов используются различные популярные веб-Гис технологии: Google Maps API, OpenLayers, Mapserver, Geoserver и др. Стоит отметить, что различные веб-Гис решения, за последние годы получили стремительное развитие и на технологическом уровне и с точки зрения внедрения в практику. ИТЦ СканЭкс, отталкиваясь от проекта kosmosnimki.ru, начиная с 2007 года разрабатывает собственную веб-Гис GeoMixer (<http://geomixer.ru>). Наш опыт по созданию и поддержке геосервисов оперативного мониторинга в докладе проиллюстрирован конкретными примерами:

- Оперативный спутниковый мониторинг нефтяных загрязнений акваторий (демо-версия: <http://ocean.kosmosnimki.ru>);
- Мониторинг паводковой обстановки (в интересах МЧС и на сайте <http://flooding.kosmosnimki.ru>);
- Мониторинг пожаров (<http://fires.kosmosnimki.ru>).

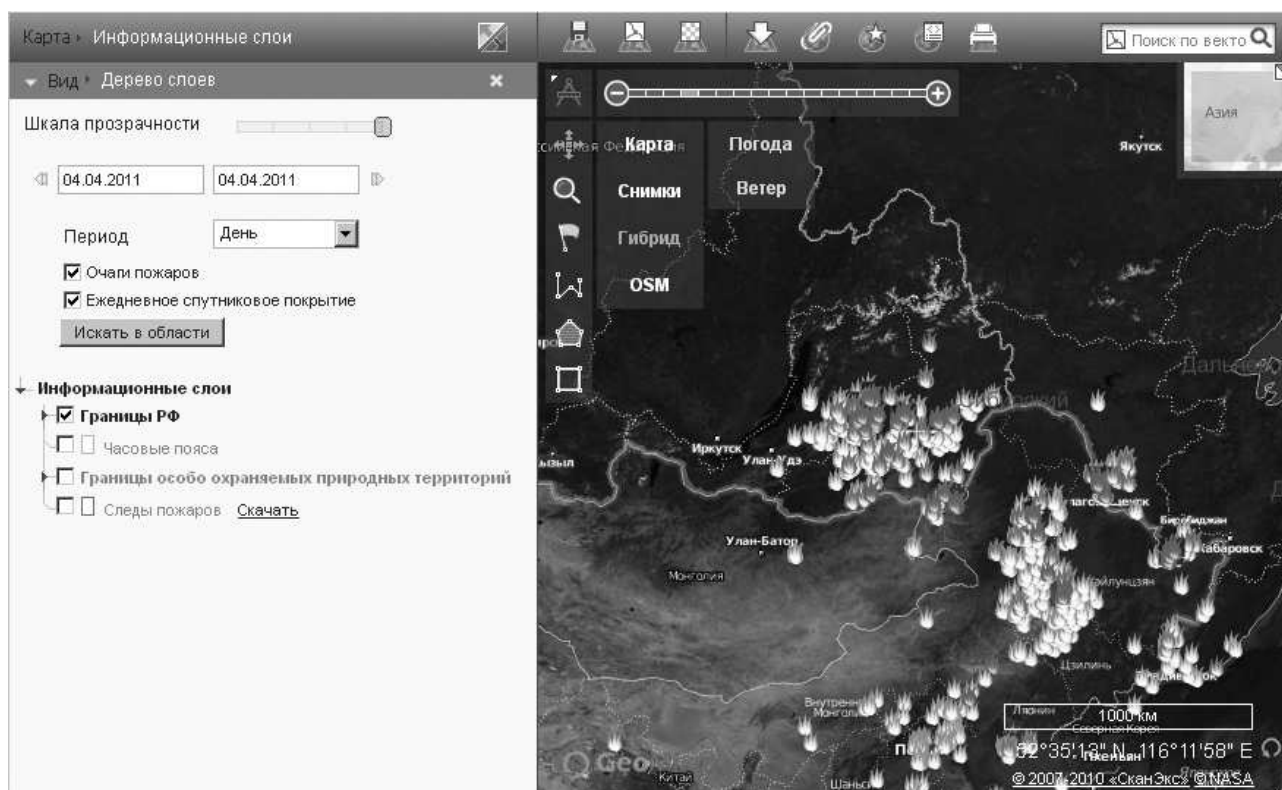


Рис. 1. Интерфейс геосервиса мониторинга пожаров

© С.А. Зайченко, М.Ю. Потанин, Г.В. Потапов, 2011

УДК 502.5

А.В. Соромотин, В.Н. Макеев, О.В. Гертер, Д.В. Пислегин

НИИ экологии и рационального использования природных ресурсов ТюмГУ,
Тюмень

АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ НА ТЕРРИТОРИИ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье рассмотрены вопросы экологической безопасности в Тюменской области, определены основные средства ее достижения. Для решения экологических проблем на территории Тюменской области созданы и осуществляют свою деятельность ряд научно-производственных и научно-образовательных организаций и учреждений, которые дополняют друг друга, проводя на территории Тюменской области комплекс работ в области охраны окружающей среды и экологической безопасности, позволяющий в целом представить экологическую ситуацию и принять соответствующие меры по ее оздоровлению.

A.V. Soromotin, V.N. Makeyev, O.V. Gerter, D.V. Pislegin

Research institute of ecology and rational use of natural resources of Tyumen State University

ANALYSIS OF RESEARCH ORGANIZATIONS ACTIVITIES IN SOLVING ECOLOGICAL PROBLEMS ON THE TERRITORY OF TYUMEN REGION

The problems of environmental safety on the territory of Tyumen region are considered. The ways of this goal achievement are offered. A number of research-and-production organizations as well as scientific-and-educational institutions are established in the region to supplement each other while solving these problems. A complex of works to provide environmental safety and protection is conducted, which allows for analyzing the ecological situation as a whole and taking measures on its recovery.

Стратегической целью обеспечения экологической безопасности в Тюменской области является рациональное и безопасное использование имеющегося природно-ресурсного потенциала в интересах Российской Федерации и населения области, предотвращение вреда природной среде и жизненно важным интересам населения.

Основными средствами достижения этой цели являются:

1) Построение системы управления охраной окружающей среды, которая будет адекватна интенсивному природопользованию и обеспечит защиту

жизненно важных интересов государства, общества и личности от экологической опасности;

2) Организация эффективного государственного, общественного и производственного экологического контроля;

3) Создание эффективной системы территориального экологического мониторинга, сбора и анализа данных о состоянии окружающей среды.

Нефтегазодобывающая промышленность, составляя основу экономики России, является одной из наиболее опасных отраслей хозяйства в плане воздействия на окружающую природную среду. Тюменская область – главный нефтегазодобывающий регион России. Однако освоение богатейших месторождений углеводородного сырья повлекло за собой целый комплекс экологических проблем, связанных с воздействием на окружающую природную среду, как на территории региона, так и территории пограничных субъектов. Нефтепромыслы занимающие площади в десятки и сотни квадратных километров, тесно связаны между собой различными коммуникациями, техногенными и природными потоками веществ. Таким образом, основным очагом техногенного давления на природную среду в региональном масштабе следует считать нефтедобывающие районы.

Восстановительный природный потенциал среднетаежных биocenозов, составляющий около 90,0 % осваиваемой территории, не в силах противостоять динамичной техногенной нагрузке.

Особенностью нефтегазодобычи является то, что негативное воздействие оказывается практически на все компоненты природных экосистем – атмосферный воздух, почвенный покров, поверхностные и грунтовые воды, растительный и животный мир.

Для решения экологических проблем на территории Тюменской области созданы и осуществляют свою деятельность ряд научно-производственных и научно-образовательных организаций и учреждений, среди которых необходимо отметить ГП ХМАО «Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В.И. Шпильмана», г. Тюмень, ОАО «Научно-производственный центр комплексного мониторинга окружающей среды и кадастра природных ресурсов», г. Ханты-Мансийск и НИИ экологии и рационального использования природных ресурсов ГОУ ВПО «Тюменский государственный университет», г. Тюмень.

Эти научные организации логично и последовательно дополняют друг друга, проводя на территории Тюменской области комплекс работ в области охраны окружающей среды и экологической безопасности, позволяющий в целом представить экологическую ситуацию и принять соответствующие меры по ее оздоровлению.

В соответствии с Постановлением Правительства ХМАО — Югры № 302-П от 29 июля 2003 г. «Об утверждении требований к определению исходной загрязненности компонентов природной среды, проектированию и ведению экологического мониторинга в границах лицензионных участков недр на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» с учетом

перспективы долгосрочной разработки месторождений полезных ископаемых на территории автономного округа недропользователи обязаны создать систему регулярных наблюдений за состоянием компонентов окружающей среды в границах лицензионных участков.

Организация и ведение экологического мониторинга осуществляется за счет собственных средств недропользователей, являясь элементом природоохранных мероприятий.

Система регулярных наблюдений за состоянием компонентов окружающей среды (атмосферного воздуха, поверхностных вод, донных отложений и почв) разрабатывается для каждого лицензионного участка [1].

Проект региональной сети мониторинга разработан ГП ХМАО «Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В.И. Шпильмана» (НАЦ РН им. В.И. Шпильмана). Сложившиеся отношения с администрациями муниципальных образований, Управлением Федерального агентства кадастра объектов недвижимости по ХМАО-Югре и лесничествами позволяют оперативно корректировать информацию обо всех изменениях в природопользовании. Вся информация представляется в удобной отчетной форме, с картами и атрибутивной информацией. В рамках регионального мониторинга осуществляются наблюдения за содержанием загрязняющих веществ в поверхностных водах, донных отложениях и снежном покрове.

При проектировании наблюдательной сети учитываются: природно-климатические и гидрогеологические условия, ландшафтные особенности территории; данные о существующих и планируемых источниках техногенного воздействия на окружающую среду (трубопроводах, разведочных и поисковых скважинах, ДНС, кустовых площадках, шламовых амбарах, автодорогах и т.д.); данные предыдущих экологических исследований (включая количественные и качественные показатели загрязнения почв и пород зоны аэрации, поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха); транспортная доступность.

В результате проектирования определяется оптимальное количество и местоположение пунктов контроля природных сред. Перечень веществ и параметров, исследуемых в обязательном порядке, устанавливается исходя из перечня возможных загрязнителей, образующихся в результате технологического процесса при разработке месторождений. Периодичность отбора проб природных компонентов различна и определяется характеристиками самого компонента и происходящими внешними и внутренними естественными процессами [2].

Наблюдательная сеть поверхностных вод и донных отложений насчитывает 91 пункт и организована по бассейновому принципу с целью проследить водную миграцию природно-техногенных веществ последовательно – с водосборных бассейнов более высоких порядков в более низкие. Периодичность опробования поверхностных вод – 2 раза в год (начало половодья, летняя межень), донных отложений – 1 раз в год в летнюю межень.

Наблюдательная сеть атмосферных выпадений включает 32 поста (одна проба на 16713 кв. км), периодичность опробования – 1 раз в год (третья декада

марта). Посты мониторинга снежного покрова (фоновые и контрольные) определены с учетом возможных направлений атмосферного переноса от локальных и региональных источников загрязнения.

В результате многолетних работ отделения мониторинга разработки нефтяных месторождений НАЦ РН им. В.И. Шпильмана в ХМАО-Югры создана многоуровневая информационная система, на основе которой производится контроль за выполнением технологических решений проектных документов и постановлений ЦКР, оценивается реализация запроектированной системы разработки по 50 технологическим показателям 275 лицензионных участков, характеризующих деятельность 64 недропользователей округа и 9 вертикально-интегрированных нефтяных компаний.

На основе данных мониторинга разработки произведена классификация лицензионных участков округа по выработанности запасов, позволяющая оценивать рациональность использования и полноту выработки запасов. Одним из основных направлений научно-практической деятельности отделения является прогнозирование выработки запасов нефти по месторождениям ХМАО.

Централизованное накопление и хранение информации о содержании загрязняющих веществ, а также анализ и оценка состояния компонентов окружающей среды в границах лицензионных участков недр с 2004 года осуществляется открытым акционерным обществом «Научно-производственный центр комплексного мониторинга окружающей среды и кадастра природных ресурсов» (ОАО «НПЦ Мониторинг», г. Ханты-Мансийск).

В соответствии со сроками, утвержденными Постановлением, недропользователи предоставляют результаты количественных химических анализов в единую информационную базу.

Действенным инструментом, характеризующим современное состояние и представляющим многообразную информацию о социальной, экономической и экологической компонентах будущего устойчивого развития округа в систематизированной, сопоставимой и наглядной формах, является комплексный атлас Ханты-Мансийского автономного округа – Югры [1].

«НПЦ Мониторинг» явился инициатором и руководителем проекта по созданию атласа Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

Атлас создан в соответствии с распоряжением Губернатора Ханты-Мансийского автономного округа – Югры от 10.04. 2002 г. № 122-рг в двух томах:

т. 1. История. Население. Экономика.

т. 2. Природа. Экология.

Основными задачами Атласа, являются:

– Обеспечение жителей округа, органов государственной власти и местного самоуправления, научных, проектных, производственных и образовательных учреждений, общественных организаций официальной и научной системной пространственно-временной информацией о факторах и предпосылках для устойчивого развития округа;

- Представление органам власти и управления разных уровней, проектным, производственным и другим учреждениям, общественным организациям и движениям достоверного материала для формирования федеральных и региональных научно-технических проектов, программ и инициатив, связанных с устойчивым развитием;
- Способствовать повышению общественного и делового интереса к округу, его изучению и преумножению инициатив, определяющих пути, средства и механизмы устойчивого развития;
- Разработке прогнозов изменений экологического состояния окружающей среды и человеческой деятельности;
- Разработке государственной стратегии развития ХМАО-Югры;
- Решению вопросов охраны окружающей среды и природных ресурсов ХМАО-Югры, обеспечения экологического равновесия на территории округа в целом и его регионов, организации и проведения экологического мониторинга.

Материалы Атласа могут использоваться для:

- Формирования информационных систем, включая создание и развитие баз и банков данных, ГИС регионального и муниципального уровней;
- Научных исследований, учебного процесса в высших и средних учебных заведениях;
- Создания научно-справочных, учебных, популярных и других карт и атласов (в том числе в электронной форме) в целях обеспечения хозяйственной практики и решения острейших социальных и экологических проблем территории.

Атлас способствует:

- Развитию и использованию ряда разделов научного знания (исторического, экономического, экологического, географического и других), в том числе картографии и дистанционного зондирования, определяемого природно-хозяйственной, социально-демографической и этнической информационной спецификой региона;
- Подготовке кадров различных уровней квалификации; развитию самообразования, повышению культурного уровня народа, воспитанию бережного отношения населения к среде обитания в широком смысле;
- Распространению знаний об округе, развитию внутрироссийских и внешних общественных и экономических связей.

Атлас составляет неотъемлемую часть информационно-справочной системы округа.

В Атласе отражены все важнейшие аспекты существования и развития ХМАО-Югры как субъекта Российской Федерации, его место и роль в РФ, отношения с другими субъектами РФ. В нем отражены особенности природной среды, ресурсного потенциала, современное состояние общества и экономики, уровня и направлений социально-экономического развития округа. Большое

внимание уделяется сравнительному представлению целого ряда показателей, характеризующих округ, на фоне Российской Федерации и мира, что позволяет объективно подойти к оценке социально-экономической, экологической и других ситуаций, сложившихся на территории округа.

В 2000 году в Тюменском государственном университете на базе Межфакультетского научного центра экологических исследований был создан НИИ экологии и рационального использования природных ресурсов, в котором объединились различные направления прикладных и научных работ экологического характера.

За десять лет (с 2000 по 2010 год) институтом было выполнено более 300 договоров с 56 заказчиками на общую сумму более чем на 500 млн. руб.

Основные направления деятельности НИИ:

- Экологический мониторинг
- Оценка состояния окружающей среды
- Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС)
- Нормирование воздействия на окружающую среду
- ГИС и дешифрирование материалов ДЗЗ
- Технологии утилизации отходов
- Природоохранное проектирование и разработка нормативов
- Экологический аудит

Основными заказчиками работ за эти годы были крупнейшие нефтегазодобывающие компании: ОАО «РН – Юганскнефтегаз», ООО «НК "Роснефть" – НПЦ», ЗАО «Ванкорнефть», ООО «РН – Северная нефть», ООО «РН – Пурнефтегаз», ОАО «ТНК – ВР Менеджмент», ОАО «ТНК – Тюменнефтегаз», ООО «ТНК – Уват», ТПП «Урайнефтегаз», ООО «Сургутгазпром», ООО «Газпром добыча Уренгой», ООО «Газпром добыча Надым», ЗАО «Ачимгаз», ОАО «Газпромнефть – Ноябрьскнефтегаз», ОАО «Газпромнефть – Тюмень», «Salym Petroleum Development N.V.», ОАО «Ритекнадымнефть», ЗАО «Арчнефтегеология», ОАО НАК «Аки – Отыр», а также администрации автономных округов, городов Тюмени и Муравленко.

Обязательным условием научно-производственной деятельности по оказанию услуг природоохранного характера является наличие лицензий и государственных аккредитаций. ТюмГУ имеет лицензии на:

- Осуществление работ, связанных с использованием сведений, составляющих государственную тайну;
- Картографическую деятельность;
- Геодезическую деятельность;
- Деятельность, связанную с использованием возбудителей инфекционных заболеваний (выполнение работ с микроорганизмами III – IV групп патогенности);
- Осуществление космической деятельности (прием и обработка информации, получаемой с космических аппаратов дистанционного зондирования Земли с разрешением от 10 до 2 м);

– Осуществление деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях (экологический мониторинг).

Химические лаборатории НИИ Э и РИПР ТюмГУ имеют соответствующие аттестаты государственной аккредитации на компетентность и независимость.

НИИ Э и РИПР ТюмГУ является членом двух саморегулируемых организаций (СРО) по инженерным изысканиям (СРО НП "ОИЗР", г. Тюмень) и подготовке проектной документации (СРО НП "Проектные организации ОАО "НК "Роснефть", г. Краснодар).

Для проведения производственного экологического мониторинга на объектах нефтегазодобычи в НИИ имеется аккредитованная передвижная химическая лаборатория, позволяющая отбирать и анализировать пробы природных сред (атмосферного воздуха, почвы, поверхностных и грунтовых вод, донных отложений) непосредственно в полевых условиях. Лаборатория используется и для проведения работ по экологическому аудиту (последние работы: по заданию Schlumberger в г. Тюмени, экоаналитический контроль месторождений ТНК-Нягань и производственных объектов ООО «Газпром добыча Уренгой», экологический мониторинг ЗАО «Ачимгаз»).

Еще одно направление наших работ - экологическая оценка территорий старых геологоразведочных скважин. Обследована 61 скважина на территории следующих месторождений: Западно-Салымского, Ваделыпского, Верхне-Салымского (Нефтеюганский район) Чворового и Ягыл-Яхского (Томская область), Тайтымского (Омская область). В ходе работ оценивалось состояние буровой площадки и устья скважины (наличие некультивированных шламовых амбаров, разливов нефти и пр.). По нашим данным, большинство разливов нефти в пределах и за пределами площадок геологоразведочного бурения связано с аварийными выбросами, фонтанами жидкости из скважин вследствие нарушения технологии вскрытия или испытания нефтяных и газовых пластов или аномальных пластовых условий, не ожидаемых буровиками. Результаты полевых обследований показали, что 39 % разведочных площадок были загрязнены нефтесодержащими продуктами скважин непосредственно в приустьевой зоне, и шламовые амбары на этих площадках содержали нефть. Вследствие длительного простоя и отсутствия технического обслуживания скважины разрушаются, что приводит к нарушению герметичности и водогазонефтяным проявлениям на устье.

Утечка нефти и минерализованных пластовых вод формирует стойкий очаг химического загрязнения прилегающей территории.

Следующее направление работ - разработка проектов рекультивации нефтезагрязненных и нарушенных земель. Институтом разработано более 50 проектов рекультивации. Все проекты получили положительное заключение государственной экологической экспертизы.

В ходе реализации инновационной образовательной программы НИИ экологии закупил и установил приемных комплекс УниСкан – 24 с соответствующим программным обеспечением, позволяющий принимать и обрабатывать данные с 15 спутников. Мы принимали данные с 3-х:

американского спутника Terra (принимаем и сейчас), и двух французских – Spot 2 и Spot 4. Основная цель – получение оперативной информации о состоянии территорий лицензионных участков недропользователей при экологическом мониторинге, а также разработка методов дешифрирования техногенной нагрузки при нефтегазодобыче по материалам дистанционного зондирования Земли. За 1 год работы нами накоплено более 5 терабайт космоснимков.

Радиус охвата станции составляет 2 тыс. км.

Если наложить зону покрытия за 1 месяц на карту нефтегазоносных провинций России и ближнего зарубежья, то очевидно, что мы можем располагать оперативной информацией по состоянию большинства нефтегазоносных территорий (за исключением Восточной Сибири, Дальнего востока и акватории Северного Ледовитого океана. Это позволяет проводить сравнения интенсивности и разнообразия видов воздействия на окружающую природную среду при нефтегазодобыче в различных географических зонах, что, собственно говоря, реализуется в дипломных работах и магистерских работах студентов, кандидатских диссертациях преподавателей и научных сотрудников ТюмГУ.

Материалы дешифрирования используются при выполнении работ по экологическому мониторингу и экоаналитическому контролю лицензионных участков недр как основа для составления картографического сопровождения проектов, расчета вертолетной логистики, планирования точек отбора проб природных сред с учетом реальной техногенной нагрузки.

НИИ экологии совместно с НПЦ "Мониторинг" (г. Ханты-Мансийск) разработал методику дешифрирования нефтяного загрязнения по космоснимкам среднего и высокого разрешения, позволяющую фиксировать наличие и площадь нефтяных разливов.

Для дальнейшего развития ГИС-технологий на юге области ТюмГУ вошел в консорциум университетов Тюменской области (Тюменский государственный университет и Тюменская государственная сельскохозяйственная академия) и Германии (Мюнстерский университет, Университет прикладных наук г. Ознабрюк, Университет Берлина, Университет Киля, Центр ГИС «Эфтас»).

В 2011 году предполагается начать реализацию проекта «Рациональное управление земельными ресурсами и стратегии адаптации к изменениям климата для сельскохозяйственной зоны (зернового пояса) Западной Сибири».

Для учета степени техногенной нарушенности территории на различных этапах нефтегазодобычи предложена новая методика с расчетом удельной техногенной нагрузки (УТН), которая учитывает воздействие на различные ландшафтные категории и показывает момент перехода показателей нарушений на более высокие уровни организации геосистем в процессе разработки месторождений. Исходным при определении степени нарушенности территории принимается уровень урочищ, поскольку уже начиная с этапа разведки, хозяйственная деятельность на месторождении выходит за пределы площади даже самой крупной фации.

Расчет значений УТН для месторождений, находящихся на различных этапах освоения показал, что величиной перехода техногенного воздействия с локального на региональный ландшафтный уровень, происходящая на этапе обустройства (строительства объектов нефтедобычи) является значение УТН более 12 %, при этом, как правило, общая площадь нарушений соответствует средневзвешенной площади типа местности. Это значение может рассматриваться как подтверждение известного в экологии правила "11 процентов" или правила Реймерса-Яблокова, говорящего о том, что любая сложная система в среднем статистически выносит без нарушения функций не более 11 % составляющих ее компонентов.

Техногенное воздействие на каждом из этапов нефтегазодобычи затрагивает природные единицы разных иерархических уровней. Воздействие на разведочном этапе носит локальный характер, соответствующий усредненным размерам урочищ в пределах месторождений. Критерием перехода с локального уровня на региональный, на этапе строительства, является показатель механической трансформации территории, сопоставимый по величине со средневзвешенной площадью типа местности, при котором формируется техногенный ландшафт. Главным критерием достижения глобального уровня воздействия на окружающую природную среду Западно-Сибирской равнины и бассейна Карского моря является трансграничный перенос нефтяного загрязнения крупными реками региона (Иртышем, Обью, Пуром).

Для обеспечения возможности проведения научных исследований непосредственно на территории действующего месторождения для магистров, аспирантов и преподавателей, а также для прохождения производственных практик студентами эколого-географического, биологического и химического факультетов под Ханты-Мансийском на Приобском месторождении создана экологическая учебно-научная станция «Полигон Приобский». В непосредственной близости от экостанции располагается полигон промышленных отходов нефтедобычи, где производится испытание различных технологий переработки отходов. В частности, отработана технология обезвреживания и регенерации отхода ГРП – нефтезагрязненного проппанта. На станции имеются 16 вагончиков различного назначения (жилые, лабораторные, столовая, сауна, камеральные).

В рамках проекта «Повышение качества научных исследований и образовательной деятельности университетов США и России в области экологии» студенты из Университета Индианы походили летнюю практику на станции в 2010 году (также практика будет проходить в 2011 и 2012 гг.).

В институте разработаны, запатентованы и внедрены в практику технологии рекультивации шламовых амбаров и получение строительных материалов (буролит) из буровых шламов. Производственным подразделением института и технопарком ТюмГУ рекультивировано более 10 амбаров и переработано более 200 тыс. тонн буровых отходов.

В 2010 году совместно с ЗАО "НПЦ "СибГео" разработаны технологии и проведены успешные работы по рекультивации нарушенных при

геологоразведочном бурении оленьих пастбищ на Бованенковском месторождении (восстановлено более 10 га).

Необходимо отметить, что приуроченность основных научных и практических экологических работ к автономным округам определяется тем, что нефтегазодобыча там осуществляется продолжительное время и, как следствие, именно на месторождениях в пределах округов проявляются в полной мере все негативные последствия интенсивного освоения углеводородных ресурсов недр. Мы надеемся, что приобретенный опыт и разработанные технологии помогут не допустить многих негативных последствий для окружающей среды при освоении месторождений юга Тюменской области.

Надо сказать, что в автономных округах разработаны и приняты ряд нормативных документов, дополняющие федеральные экологические требования и нормативы, что существенно повышает ответственность нефтегазодобывающих компаний в природоохранной деятельности. Например, при участии сотрудников института были разработаны два нормативных документа, закрепленных постановлением правительства ХМАО – Югры:

1) Требования к определению исходной (фоновой) загрязненности компонентов природной среды, проектированию и ведению системы экологического мониторинга в границах лицензионных участков недр на территории Ханты-Мансийского автономного округа (совместно с НПЦ «Мониторинг»). Постановление правительства ХМАО-Югры от 29 июля 2003 г. N 302-п.

2) Нормативы допустимого остаточного содержания в почве нефти и продуктов ее трансформации после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ в ХМАО (совместно с МГУ им. М.В.Ломоносова, Тюменской ЛОС ВНИИМ, ОАО «Сургутнефтегаз» и Управлением по ООС ХМАО). Постановление правительства ХМАО-Югры от 10 декабря 2004 г. N 466-п.

В рамках реализации постановления Правительства РФ от 9 апреля 2010 г. N 218 "О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства", одной из победителей в соответствующем конкурсе стала совместная заявка ОАО «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаза» и ТюмГУ с названием «Создание технологии и мобильного комплекса оборудования по переработке отходов нефтегазодобычи» предполагается разработать и организовать производство мобильных комплексов по переработке отходов нефтегазодобычи.

Основным субподрядчиком проекта, на производственных мощностях которого будут осуществляться испытания опытных образцов и сборка комплексов выбран завод «Сибнефтемаш» (г. Тюмень).

Создать производство мобильных комплексов из 5-ти установок по переработке отходов нефтегазодобычи. Объем запрашиваемой субсидии на реализацию проекта - 90 млн. руб.

Объем средств ОАО «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаз»-90 млн. руб.

Срок завершения создания высокотехнологичного производства-2012 год.

Наукоёмкость обеспечена большой долей (85%) интеллектуального вклада в общей стоимости получаемой продукции.

Предлагаются к реализации следующие высокие технологии:

- Всесезонные биотехнологии (микробиологическое разложение нефти);
- Нанотехнологии (высокоактивные сорбционные материалы, деэмульгаторы нефтяных эмульсий);
- Технологии глубокой очистки газообразных выбросов (вихревые камеры).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Выдрин С.Я., Дикунец В.А., Макеев В.Н., Сергеева Н.А. Служба мониторинга окружающей природной среды Ханты-Мансийского автономного округа. «Вестник недропользователя» 5/2000, Москва: «GeoDataConsulting» 2000.- 15-18с.

2. Котова Т.В., Тикунов В.С., Дикунец В.А., Кудрин В.И., Макеев В.Н. Концепция комплексного атласа Ханты-Мансийского автономного округа. - Ханты-Мансийск: ГУИПП «Полиграф», 2002. - 48 с.

3. Макеев В.Н., Дикунец В.А., Кудрин В.И., Соромотин А.В., Хотеев В.В., Гертер О.В., Пикунов С.В., Перминов В.А. Методические рекомендации по применению Требований к определению исходной (фоновой) загрязненности компонентов природной среды, проектированию в границах лицензионных участков недр на территории Ханты-Мансийского автономного округа. Х-М: ГП «Полиграфист» 2004.- 92 с.

4. Постановление Правительства РФ от 9 апреля 2010 г. N 218 "О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства" – Москва, 2010. - 55 с.

© А.В. Соромотин, В.Н. Макеев, О.В. Гертер, Д.В. Пислегин, 2011

УДК 504.5+911.6+911.9

И.Н. Ротанова, В.Г. Ведухина, О.В. Ловцкая, Н.Ю. Курепина
ИВЭП СО РАН, Барнаул

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ВОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: ОПЫТ НА ПРИМЕРЕ ОБЬ-ИРТЫШСКОГО БАССЕЙНА

Использование ГИС позволяет решать задачи, связанные с вопросами формирования географической основы информационной системы крупного речного бассейна и обработкой данных предметных областей, нередко междисциплинарного содержания. Представлен опыт создания двухуровневой ГИС Обь-Иртышского бассейна для решения ряда информационно-справочных и аналитико-оценочных задач, связанных с проблемами водно-экологической безопасности, в том числе: характеристики условий формирования вод, физических и химических характеристик стока; анализа аномалий стока (перемерзания, пересыхания); оценки качества поверхностных вод, их пригодности для питьевого водоснабжения; характеристики источников и степени загрязнения воды; зонирования речного бассейна по степени паводковой опасности; прогноза водности водных объектов.

I.N. Rotanova, V.G. Vedukhina, O.V. Lovtskaya, N.Yu. Kurepina
IWEF SB RAS, Barnaul

GEOINFORMATION SYSTEMS FOR SOLVING THE PROBLEMS OF WATER-ECOLOGICAL SAFETY (THE OB'-IRTYSH BASIN AS A CASE STUDY)

GIS application enables to solve the tasks related to forming the geographical base of the information system for a large river basin as well as processing domains' data, often interdisciplinary ones that is topical for solving the problems of water-ecological safety. The paper presents the experience gained in the construction of two-level GIS for the Ob'-Irtysk basin to solve a set of information-reference and analytical – evaluation tasks related to water-ecological safety, conditions of water formation, physical and chemical characteristics of runoff, runoff analysis (freezing, drying up, bogging), assessment of surface water quality and suitability for drinking supply, characteristics of sources and level of water pollution, the river basin zoning by the level of flood threat and forecast of water content in water objects.

Бассейн крупной речной системы представляет собой сложное, но иерархически упорядоченное природное образование, что дает возможность применения геоинформационных технологий для решения задач, связанных с моделированием и оценкой ситуаций в водосборном пространстве. В

современных условиях крупные речные бассейны подвержены значительному техногенному воздействию, что нередко создает напряженные обстановки, в том числе возникновение водно-экологических проблемных ситуаций. Для сбора информации в границах водосборного бассейна, ее компьютерной обработки и анализа применяются географические информационные системы (ГИС).

Примером разработки информационно-картографической системы для решения проблем водно-экологической безопасности является геоинформационное обеспечение оценки состояния поверхностных вод и водосборных территорий в Обь-Иртышском бассейне, который по площади является самым большим в России (около 3 млн. кв. км, немногим менее 15% территории страны). Обь-Иртышский бассейн объединяет территории с широким природно-климатическим диапазоном, его орография разнообразна и сложна, гидрологические условия и режим, а также гидрохимические характеристики имеют значительные различия. Ресурсы поверхностных водотоков составляют 400-300 км³/год при минимальном и максимальном процентах обеспеченности (третий по водоносности бассейн России). Несмотря на суммарную достаточность водных ресурсов в Сибири, в целом, в ряде административных регионов обострены водохозяйственные и экологические проблемы. Проблемы водно-экологической безопасности связаны с водоснабжением населения качественной питьевой водой, они осложнены загрязнением природных вод и нерациональным использованием водных ресурсов.

Использование ГИС позволяет решать задачи, которые можно разделить, как минимум, на связанные с вопросами формирования географической основы информационной системы крупного речного бассейна и с обработкой данных предметных областей.

Фундаментом графической части ГИС крупного речного бассейна является картографическая основа, которая включает, в первую очередь, топографическое информационное наполнение. При этом используются разномасштабные ряды топографических карт, покрывающих полностью всю территорию бассейна с подробностью, необходимой для решения поставленных задач. Информационное содержание цифровой картографической основы в ГИС разделяется по слоям, описывающим соответствующие объекты и явления.

В рамках информационно-картографического блока ГИС рассмотрена задача использования совокупности географических карт различного содержания как источников данных для формирования баз данных и базы метаданных. Карты применяются в качестве структурно-организующего элемента информации в базах данных. Организация информационно-картографического блока основывается на применяемой системе классификации карт.

Для решения информационно-справочных и аналитико-оценочных задач, связанных с проблемами водно-экологической безопасности, разрабатывается двухуровневая междисциплинарная интегрированная ГИС (МИ ГИС) Обь-Иртышского бассейна. На базе картографической основы масштаба 1:1 000 000

создается реестровая ГИС (первый уровень). Она строится и содержит слои, предписанные государственным водным реестром и национальным стандартом, а также задачами проектируемой МИ ГИС, служит в качестве управляющего блока, обеспечивая интерфейс доступа пользователя к базам данных, проблемно-ориентированным ГИС и математическим моделям; интерфейс визуализации и анализа данных с целью выработки необходимых решений [1].

Объектный уровень МИ ГИС (второй уровень) строится, в первую очередь, на бассейновой структуре, представляющей собой гидрографические единицы в определенной порядковой иерархии [2, 3]. Выделение гидрографических единиц основано на гидрографо-географическом подходе к районированию и осуществлено ФГУП «Центр Регистра и Кадастра» Росводресурсов [4, 5]. К объектам МИ ГИС относятся также субъекты РФ и единицы водохозяйственного деления, представляющие собой систему водохозяйственных округов, районов и участков (ВХУ). В Обь-Иртышском бассейне согласно [5] выделено 72 ВХУ. Для решения практических задач в различных природных зонах бассейна были определены модельные ВХУ, для которых созданы ГИС второго уровня. Каждая ГИС модельного ВХУ разработана как подсистема реестровой ГИС для сбора, обработки, управления данными ВХУ и использования в системах поддержки принятия управленческих решений. ГИС-проекты модельных ВХУ обладают возможностями накопления, хранения информации и ее тематической обработки в целях представления итоговых документов и реализованы на платформе ArcGIS. Структурно ГИС-проект модельных ВХУ Обь-Иртышского бассейна состоит из трех блоков: блока базы геоданных; блока визуализации и аналитического блока. Методология картографирования определяется уровнем научного знания в сфере водно-экологической безопасности, программно-техническим потенциалом, доступностью визуального восприятия информации человеком, что в сочетании с атрибутивными данными делает возможным выполнение пространственного анализа территориальных структур водных объектов.

Серия тематических карт, построенных на данных ГИС, включает: ситуационные, оценочные, исполнительные и прогнозные карты, отражающие отдельные аспекты и проблемы водно-экологической безопасности. К созданным ситуационным картам относятся карты аномалий стока (перемерзания, пересыхания), характеризующие вероятность возникновения гидроэкологических рисков и потенциал хозяйственного использования водных объектов. В основу построения карт положена методика картографирования опасности и риска маловодья на реках [6]. Составлены карты, отображающие ареалы с различной эпизодичностью перемерзания и пересыхания рек. Эти явления и процессы обусловлены природными условиями бассейнов рек. В используемой методике в качестве оперативной единицы картографирования выбраны водные объекты в границах ВХУ. Перемерзание и пересыхание различной эпизодичности выявляется для водных объектов на основе анализа средних месячных расходов воды для лет с различной обеспеченностью (маловодных, средних и многоводных). К постоянно пересыхающим и

перемерзающим водным объектам относятся те, на которых наблюдается постоянное отсутствие расходов воды (в 80-90% случаев) в течение каждого периода года с той или иной обеспеченностью, к эпизодически перемерзающим и пересыхающим – реки с периодическим отсутствием расходов (менее 80% случаев), и к не пересыхающим и не перемерзающим относятся реки, где данные явления отсутствуют. Распространение полученных результатов на гидрологически неизученные водные объекты в границах ВХУ было произведено на основе метода аналогий. Выделенные однопорядковые водные объекты были сгруппированы по особенностям ландшафтной структуры (провинциального деления) и объединены по площади и по особенностям питания. Карты составлены для трех ВХУ (р. Алей; оз. Чаны; р. Ишим), на которых наблюдаются данные процессы.

Комплект оценочных карт включает карты зонирования водосборной территории по степени паводковой опасности. На них отображены территории, где наводнения являются наиболее опасными и часто происходящими событиями. Показателями паводковой опасности являются: повторяемость превышения уровня воды в паводок критического уровня (%) и мощность паводка, определяемая превышением максимальных зафиксированных уровней над критическим (в метрах) и максимальным временем стояния воды выше критического уровня за год (в сутках) [7]. Для ВХУ показатели паводковой опасности были рассчитаны с учетом ряда положений. За критический уровень принят уровень выхода воды на пойму. Расчет проводился по водомерному посту, расположенному на главной реке ВХУ. В случае нескольких постов расчет проводился по расположенному ниже по течению. В случае отсутствия водомерных постов на главной реке расчет производился по бассейну-аналогу с наличием водомерного поста на главной реке бассейна-аналога. Превышение максимальных зафиксированных уровней над критическим рассчитывалось пропорционально площади сравниваемых бассейнов. Для оценки превышения принята шкала из ступеней: данные отсутствуют, неопасные, мало опасные, умеренно опасные, опасные, весьма опасные и чрезвычайно опасные. Вероятность превышения уровней начала подтопления также оценена 7-ю степенями и выражается в %.

Оценочные карты природного и техногенного загрязнения поверхностных вод включают две сюжетные составляющие: первая посвящена отображению техногенного загрязнения поверхностных вод и водосборного бассейна, вторая – характеристике и свойствам природных компонентов, которые рассматриваются в качестве источников привнесения природных веществ, принимаемых как загрязнение. Карты техногенного загрязнения отображают основные взаимосвязанные характеристики: источники загрязнения поверхностных вод (их локализацию и количественную характеристику) и качество воды по УКИЗВ согласно данным Гидрометслужбы.

В основе отображения источников воздействия положена их классификация по особенностям поступления загрязняющих веществ в водные объекты. В соответствии с этой классификацией все источники воздействия характеризуются прямым или/и опосредованным воздействием на

поверхностные воды. В качестве основных источников рассматриваются: промышленные и автотранспортные выбросы; водоотведение сточных вод различными предприятиями; утечки из инженерных сооружений; поверхностный смыл с территорий промышленных площадок и населенных пунктов; использование средств химизации в сельском хозяйстве; места хранения твердых промышленных, коммунально-бытовых и животноводческих отходов.

Оценочные карты природного загрязнения отображают условия миграции химических элементов в почвах в зависимости от свойств почв и характера структуры почвенного покрова, с одной стороны, и модуль стока тяжелых металлов и ряда макроэлементов для различных типов почв, с другой. Модуль стока дан, исходя из природного содержания водорастворимой формы элементов в различных типах почв и, таким образом, характеризует фоновую геохимическую обстановку. В качестве источника загрязнения его можно рассматривать в случаях, когда вынос загрязняющих веществ приводит к концентрациям веществ в воде, превышающим ПДК.

На картах прогнозного изменения водности речного бассейна на период 20 лет с учетом влияния природно-климатических и антропогенных факторов отображены средние многолетние годовые расходы воды (норма стока) различной обеспеченности для настоящего времени (2010 г.), 2020 и 2030 гг. Построение карт выполнялось на основе гидрологических расчетов. Прогнозный расчет водности выполнен:

- Для норм стока настоящего времени (данные до 2008 г.) на основе кривых распределения вероятностей стока, с учетом репрезентативности рядов;
- Для прогнозируемых норм стока в 2020 и 2030 гг., полученных на основе линейных трендов.

В качестве стандартных квантилей кривых распределения вероятностей стока выбраны следующие: для многоводных лет – 1%, 25%; для маловодных лет, периодов, сезонов и месяцев – 90%, 99%; для средних по водности лет – 50% согласно [8]. Для отображения использован метод диаграмм, отнесенных к репрезентативным (длиннорядные посты) гидрологическим створам.

ГИС модельных ВХУ и созданные карты предназначены для планирования и реализации водохозяйственных и водоохраных мероприятий; для подготовки предложений по регулированию водопользования в Обь-Иртышском бассейне.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ловцкая, О.В. ГИС «Реестр водных объектов Обь-Иртышского бассейна» / Ловцкая О.В., Марусин К.В., Балдаков Н.А // Материалы Третьей всероссийской конференции с международным участием «Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов». – Барнаул: ООО «А.Р.Т.», 2010. С. 527 – 529.
2. Приказ МПР России от 25.04.2007 N 112. Об утверждении Методики гидрографического районирования территории Российской Федерации", зарегистрирован Минюстом России 23.05.2007, регистрационный N 9538.

3. Гидрографическое районирование территории Российской Федерации. Книга 1. – М. НИА-Природа, 2008. – 541 с.
4. Об утверждении методических указаний по разработке схем комплексного использования и охраны водных объектов. Приказ МПР РФ. 04.07.07 № 169.
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2006 г. N 883 "О порядке разработки, утверждения и реализации схем комплексного использования и охраны водных объектов, внесения изменений в эти схемы" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2007, N 5, ст. 651).
6. Гидрометеорологические опасности. Тематический том. / Под. ред. Г.С. Голицина. А.А. Васильева. – М.: Издательская фирма "КРУК", 2001. – 296 с.
7. Гидроэкология: теория и практика. (Проблемы гидрологии и гидроэкологии, вып. 2) / Под ред. Н.И. Алексеевского: Географический факультет МГУ, 2004. – 507 с.
8. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 447 с.

© И.Н. Ротанова, В.Г. Ведухина, О.В. Ловцкая, Н.Ю. Курепина, 2011

УДК 004.921+528.94+504.54.062.4

И.Н. Ротанова, О.П. Николаева

ИВЭП СО РАН, Барнаул

ГИС В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭКОЛОГО-РЕКРЕАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ

В связи с активным развитием индустрии здорового отдыха и туризма в Алтайском крае актуальными становятся оценка природно-ресурсного потенциала территории и обеспечение эколого-рекреационной безопасности. Специализированные ГИС предназначены для обеспечения информационной поддержки и обработки пространственных данных на основе создания единой информационно-картографической среды в эколого-рекреационной области.

I.N. Rotanova, O.P. Nikolaeva

IWEP SB RAS, Barnaul

GIS FOR ECOLOGICAL-RECREATIONAL SAFETY OF POPULATION

The assessment of a natural-resource potential of the territory and the provision of ecological-recreational safety gain the importance due to rapid development of recreation and tourism industry in the Altai Krai. Targeted GISs are meant for providing the information support and spatial data processing based on the development of the unified information-cartographic environment for an ecological-recreational domain. The experience gained in the development of ecological-recreational GIS for Altai Krai has been presented.

Рекреация как оздоровление и отдых, а рекреационная деятельность как хозяйственная отрасль непосредственно связаны с природой и природопользованием. Необходимым для обоснования рекреационной деятельности является комплекс представлений об экосистемах и их компонентах, процессах функционирования, свойствах, ценности, последствиях изменений вследствие рекреационного воздействия на них. С другой стороны, необходимо знать экологические факторы с точки зрения их воздействия на человека, т.е. экологические опасности и возможности получения пользы для здоровья. Развитие рекреационной деятельности как бизнеса, непосредственно связанное с размещением и строительством комплексов отдыха, культурно-оздоровительных центров, объектов инфраструктуры, а также с воздействием рекреантов на окружающую среду, обуславливает необходимость регулирования рекреационных нагрузок на природные комплексы, снижения возникающих рисков, поддержания эколого-рекреационной безопасности. Воздействию же рекреационной деятельности подвергаются наиболее

живописные, привлекательные и комфортные для отдыха территории, нередко характеризующиеся определенным уровнем ценности или уникальности.

В классическом понимании рекреационный потенциал – это совокупность природных, культурно-исторических и социально-экономических предпосылок для организации рекреационной деятельности на определенной территории. Междисциплинарные исследования рекреационных проблем, основанные на привлечении больших массивов разноплановых сведений, приводят к необходимости создания информационных систем в данной сфере человеческой деятельности и, в первую очередь, к разработке специализированных геоинформационных систем (ГИС).

Сохранение природной среды как рекреационного ресурса включает природоохранную деятельность и достигается, прежде всего, с помощью регулярного контроля за состоянием территории и согласованных действий всех заинтересованных субъектов. Развитие рекреационной индустрии предполагает использование управленческого подхода, т.е., наряду с планированием количества отдыхающих и туристов на текущий и перспективный периоды, постановку долгосрочных целей и задач, оценку спектра рекреационных возможностей, форм и видов рекреационной деятельности, различных моделей оценки оздоровительных ресурсов окружающей среды и оздоровления населения. Основой такого планирования является изучение спроса на рекреационные услуги, анализ воздействия туристов на экосистемы, разработка природоохранных мероприятий на основе эколого-рекреационного мониторинга и др.

Работы по созданию специализированных ГИС для обеспечения информационной поддержки и обработки пространственных данных на основе создания единой информационно-картографической среды в эколого-рекреационной предметной области получают развитие в связи с активным становлением индустрии здорового отдыха и туризма в Алтайском крае. В первую очередь они направлены на обеспечение эколого-рекреационной безопасности, в том числе через оценку эколого-природно-ресурсного потенциала территории.

Эколого-рекреационная оценка природных ресурсов проводится с учетом следующих факторов: их экологического состояния, природоохранной ценности, функциональной пригодности, степени комфортности, эстетических качеств, предпосылок природных опасных процессов и явлений и пр.

Рекреационная деятельность всегда осуществляется в границах природных комплексов. Это предопределяет использование для эколого-рекреационной оценки территории ландшафтного метода исследований и ландшафтной карты с соответствующей характеристикой комплексов. Ландшафтная карта служит моделью, отражающей природообусловленную структуру территории с её пространственными отличиями и различной ценностью для рекреационной деятельности. Дифференциация оцениваемых природных систем и детальность оценки зависят от целевого назначения проводимых исследований. При изучении рекреационного природопользования анализу подвергаются геосистемы регионального и среднемасштабного топологического уровня.

Используемые ландшафтные карты в полной мере отражают закономерности и специфику природных условий региона и, следовательно, позволяют достаточно полно учесть в эколого-рекреационной оценке природных систем все многообразие возможностей рекреационной деятельности. Например, в качестве оценочных территориальных единиц для Алтайского края приняты природные комплексы уровня местностей. Картографической основой эколого-рекреационной оценки послужила компьютерная версия ландшафтной карты Алтайского края, составленная ИВЭП СО РАН, в масштабе 1:500000 (картографический фонд ИВЭП СО РАН). База данных ландшафтной карты имеет два их типа - графический и тематический атрибутивный.

Оценка экологического состояния природных комплексов включает оценку степени их антропогенной преобразованности и природоохранной ценности. В качестве базовых картографических материалов использованы созданные в ИВЭП СО РАН электронные версии карт земельного фонда (масштаб 1:500000) и особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

Оценка степени антропогенной преобразованности природных комплексов Алтайского края базируется на данных, позволяющих выполнить ранжирование различных категорий земель по степени антропогенной нагрузки на основе дифференциации видов землепользования, рассчитать индекс антропогенной преобразованности природных систем в условных единицах и провести ранжирование природных комплексов согласно рассчитанному индексу. В результате была составлена карта оценки антропогенной преобразованности природных комплексов Алтайского края. Согласно данным карты лишь 0,2% и 14,8% от общей площади территории края занимают природные комплексы с очень низкой и низкой степенью антропогенной измененности, соответственно. К этой группе местностей относятся территории, которые практически не используются в хозяйственных целях, т.к. являются заповедными или территориями с ограниченными режимами использования (защитные леса, водоохранные зоны и пр.). 85% территории Алтайского края значительно преобразовано: более 40% территории края – местности со средней и практически столько же – с высокой антропогенной нагрузкой. Средней антропогенной нагрузкой оценены территории лесопользования и используемые в качестве кормовых угодий. Высокая степень нагрузки и, соответственно, большая антропогенная преобразованность характерна для распаханых земель и населенных пунктов. Существующая ситуация способствует нарушению экологического равновесия и снижению рекреационного потенциала территории. В связи с этим актуальной является деятельность по выявлению территорий, функции которых могли бы одновременно решить проблемы улучшения состояния окружающей природной среды и обеспечить социально-экономическое развитие региона, в том числе в сфере рекреационной деятельности.

Важным показателем эколого-рекреационного благополучия территории служит оценка природоохранной (экологической) ценности природных систем, которая выражается одноименным индексом. Индекс корреляционно связан с

площадью и категориями ООПТ, расположенными в пределах природного комплекса. Для его расчета применима формула:

$$I_p = \sum(R * S_i) / S,$$

где I_p – индекс экологической ценности; R – коэффициент, зависящий от категории ООПТ; S_i – площадь той или иной категории ООПТ внутри природного комплекса; S – общая площадь природного комплекса.

Оценка природоохранной (экологической) ценности природных комплексов создает условия для разработки эколого-рекреационного каркаса территории, выявления зон экологических рисков, перспективного рекреационного освоения, выработки природоохранных мероприятий.

Расчет индекса природоохранной ценности природных комплексов Алтайского края выполнен с применением стандартных инструментов ArcGIS 9.x. ESRI, Inc. По полученным значениям индекса природоохранной ценности природные комплексы были ранжированы на четыре группы: малоценные, среднеценные, высокоценные и наиболее ценные. По результатам ранжирования составлена карта природоохранной ценности природных комплексов Алтайского края. Пространственный анализ показывает, что большую часть территории края занимают малоценные природные местности с низкими значениями индекса природоохранной ценности. Это связано преимущественно с тем, что в крае количество ООПТ существенно недостаточно, некоторые их категории совсем отсутствуют, либо занимают крайне небольшую площадь.

Для оценки эколого-рекреационных ресурсов используется показатель экологической емкости, т.е. возможности природной среды выдерживать нагрузку, создаваемую рекреантами без существенных трансформаций природных комплексов. Рекреационная емкость определяет норму использования территории в рекреационных целях с установлением необходимого времени для периода восстановления первоначальных природных свойств.

Для оценки рекреационной емкости в базу данных включаются ранжированные показатели, характеризующие основные компоненты природных комплексов и отражающие лимитирующие факторы их использования. Так, для оценки рекреационной емкости территории Алтайского края в целях лечебно-оздоровительного отдыха база данных включает следующие ранжированные показатели рекреационной пригодности компонентов (табл.).

Для оценки допустимых рекреационных нагрузок природные комплексы оцениваются по критериям устойчивости к данному виду воздействия. В перечень показателей оценки устойчивости входят: угол наклона поверхности, гидротермический коэффициент, механический состав почв, доминирующая растительность, лесистость территории и лесообразующие породы.

Результаты эколого-рекреационных исследований необходимы при проектировании и организации рекреационного природопользования, а также для разработки системы природоохранных мероприятий. Дисбаланс эколого-рекреационного потенциала и нагрузок влечет появление рекреационной

дигрессии территории, развитию неблагоприятных природных процессов и явлений, возникновению эколого-рекреационных рисков.

Развитие индустрии отдыха обуславливает необходимость регулирования рекреационных нагрузок на природные комплексы. Важным условием является сочетание не только благоприятных природных, санитарно-эпидемиологических, медико-географических, экологических, но и социально-экономических аспектов в пределах конкретной территории. Проработанными должны быть и технологии, связанные с использованием энергии, воды, других природных ресурсов, утилизации отходов, развития строительной и транспортной инфраструктуры. Использование ГИС позволяет решать задачи, связанные с вопросами формирования не только эколого-географической основы и обработкой данных проблемных областей эколого-рекреационной безопасности, но и обеспечивать информационную поддержку в системах принятия управленческих решений рекреационного развития регионов.

Таблица. Показатели для оценки рекреационной емкости природных комплексов

Оценочные показатели	Степень рекреационной пригодности			
	наименее пригодные	мало пригодные	пригодные	Наиболее пригодные
Абсолютная высота рельефа (м)	> 1500	1000–1500	500–1000	0–500
Горизонтальная расчлененность (км/км ²)	> 2,5	2,5–1,2	1,2–0,8	< 0,8
Вертикальная расчлененность (м)	> 600	600 - 800	300 - 600	< 300
Угол наклона поверхности (градусы)	> 12	6–12	3–6	0–3
Комфортность климата (баллы)	дискомфортный	умеренно дискомфортный	мало комфортный	умеренно комфортный, комфортный
Продолжительность залегания устойчивого снежного покрова (дни)	< 140	140–150	150–160	>160
Густота речной сети (км/км ²)	< 0,1	> 0,31	0,21–0,3	0,1–0,2
Заозеренность (%)	0–10; > 90	11–20	21–30	31–90
Солевой состав (мг/л)	<400	400–600	600–2000	> 2000
Залесенность (%)	< 15; > 85	16–30	61–85	31–60
Разнообразие полезных растений (число видов)	≤ 2	3–4	5–6	≥ 7
Разнообразие охотничьих видов животных (число видов)	≤ 4	5–8	9–12	≥ 13
Разнообразие видов рыб (число видов)	≤ 3	4–6	7–9	≥ 9
Наличие ООПТ	≤ 1	2	3	≥ 4
Культурно-исторические объекты (число)	≤ 1	2	3	≥ 4

УДК 528.94

В.А. Малинников¹, Ю. Оберст^{1,2}, К. Виллнер², А.В. Гречищев¹

¹Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва

²Берлинский технический университет, Германия

ТЕХНОЛОГИЯ СПЕКТРОЗОНАЛЬНОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ФОБОСА ПО ДАННЫМ MARS EXPRESS

V.A. Malinnikov¹, Ju. Oberst^{1,2}, K. Willner², A.V. Grechishchev¹

¹Moscow State University of Geodesy and Cartography

²Berlin Technical University, Germany

MULTISPECTRAL MAPPING OF SURFACE OF PHOBOS WITH MARS EEXPRESS

В последние годы в ходе миссий Mars Orbiter, Mars Express накоплен большой объем панхроматических и спектрозональных изображений поверхности Фобоса высокого разрешения. Это позволяет не только уточнить существующие модели фигуры спутника Марса – Фобоса, имеющей ряд существенных особенностей, но и решить задачу создания спектрозональной карты поверхности Фобоса и дать соответствующую интерпретацию спектрометрических свойств поверхности спутника.

Для решения поставленной задачи в рамках Гранта Правительства Российской Федерации для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых в российских образовательных учреждениях высшего профессионального образования по направлению «Геодезия, картография и исследование планет и спутников», нами разработана технология спектрографического картографирования поверхности Фобоса по данным Mars Express. Данная технология включает в себя следующие основные этапы:

- Подбор спутниковых данных, соответствующих целям и масштабу картирования;
- Комплексная обработка снимков по группам, в соответствии с геометрическими и спектральными характеристиками;
- Составление мозаики космических изображений поверхности Фобоса, с соответствующей геометрической и яркостной коррекцией;
- Составление схемы контуров объектов или их комплексов;
- Общее сегментирование изображений различных спектральных зон и схем контуров с целью выделения пространственно эквивалентных областей;
- Создание масок конкретных поверхностных объектов (областей) для каждого космического изображения на основе схем контуров;
- Пересчет значений оптической плотности в значения комплексных признаков спектральной яркости;

- Создание базы данных, включающих цифровые спектрометрические карты объектов;
- Статистический анализ данных и интерпретация результатов.

В докладе представлены описания каждого из технологических этапов создания спектрозональной карты Фобоса, включая алгоритмы и программы предварительной обработки исходных спектрозональных космических снимков Фобоса.

During the years Mars Express has obtained a great volume of panchromatic and multispectral images of a surface of Phobos at high resolution. The data allow not only to specify existing models of a figure of the companion of Mars, but also to create multispectral maps of the surface of Phobos, and to give corresponding interpretation of spectral properties of its surface.

Within the limits of a Grant from the Government of the Russian Federation for the state support of scientific research spent under the direction of leading scientists in Russian educational establishments of the higher vocational training in the direction « Geodesy, cartography and exploration of planets and companions» we developed techniques from multispectral mapping of the surface of Phobos using to Mars Express images. The given techniques include following basic stages:

- Selection of satellite data corresponding to purposes and scale;
- Processing of images in groups, according to geometrical and spectral characteristics;
- Drawing up a mosaic of images the surface of Phobos, with corresponding geometrical and brightness correction;
- Segmentation of images of various spectrally uniform areas for the purpose of identification geological units;
- Creation of masks of concrete superficial objects (areas) for each space image on the basis of schemes of contours;
- Recalculation of values of spectral reflectivity;
- Creation of a Phobos database including digital multispectral maps;
- Statistical analysis of the data and interpretation of results.

In the report we describe of each of logical stage from the creation of multispectral Phobos maps, including algorithms and programs.

© В.А. Малинников, Ю. Оберст, К. Виллнер, А.В. Гречищев, 2011

УДК 528.9

С.В. Павлушкин, А.С. Горбунов

Федеральное государственное учреждение «Обское государственное бассейновое управление водных путей и судоходства», Новосибирск

ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ НАВИГАЦИОННЫХ КАРТ РЕК ОБСКОГО БАССЕЙНА

Преимущества использования ЭНК на ВВП. Создание на базе Обского ГБУ регионального картографического центра, для хранения и распространения баз данных ЭНК ВВП Сибири и Дальнего Востока. Структурная схема использования ЭНК.

S.V. Pavlushkin, A.S. Gorbunov

Federal state institution «Ob state basin management of waterways and navigation»
13 Uricskogo Ul., Novosibirsk, 630099, Russian Federation

ADOPTION OF ELECTRONIC NAVIGATION MAPS OB RIVER BASIN

Advantages of use electronic navigation maps (ENM) on inside water ways (IWW). Creation on the basis of Federal state institution «Ob state basin management of waterways and navigation» the regional cartographical center for storage and distribution of databases ENM IWW of Siberia and the Far East. The block diagram of use ENM.

В рамках осуществления ФЦП «ГЛОНАСС», Росморречфлотом были объявлены работы по ОКР «Создание электронных карт и баз данных для картографического обеспечения внутренних водных путей с использованием глобальных навигационных систем и их функциональных дополнений».

Интеграция ВВП России в международную транспортную сеть ставит вопрос о выполнении требований Международной Гидрографической Организации (МГО) в вопросах обеспечения точности проведения русловых съемок на ВВП, что является необходимым и достаточным условием создания достоверных картографических материалов.

Сейчас уже никого не надо убеждать в преимуществах электронных навигационных карт (ЭНК). И судоводители, и картографические службы, и надзорные органы на опыте убедились, что использование ЭНК обеспечивает безопасность судоходства, отражая все направления пути, всю навигационную обстановку, опасности и т.п. Современное гидрографическое и геодезическое оборудование позволяет создавать качественный и более точный продукт в сравнении с бумажными аналогами. Электронный ресурс позволяет осуществлять корректуру ЭНК с меньшими затратами и значительно быстрее, нежели при применении бумажной карты.

Использование спутниковой навигации в судовождении требует оснащения речных судов навигационным оборудованием, которое использует действующие спутниковые навигационные системы (ГЛОНАСС/GPS) для определения координат судна и отображения ЭНК. Таким оборудованием являются электронные картографические системы (СОЭНКИ, ЭКНИС, ЭКС), позволяющие производить постоянный контроль за местоположением судна. С помощью автоматической идентификационной системы можно получить информацию обо всех окружающих теплоходах, включая находящиеся вне зоны радиолокационной видимости. Активное развитие электронной навигации и картографии возможно только при комплексном использовании всех видов такого оборудования. Применение навигационных комплексов и ЭНК значительно уменьшает риск возникновения аварийной ситуации, что подтверждено исследованиями международных и национальных экспертов.

С помощью ЭНК можно оперативно решать многие вопросы восстановления навигационной информации при разборе аварий и использовать её возможности для обучения плавсостава в судоходных компаниях и тренажерных центрах.

Для сбора информации, проведения специальных съемок и непосредственно создания электронных навигационных карт нужен специальный инструментарий. В настоящее время бассейновые управления оснащены автоматизированными промерными комплексами ЗАО «Транзас» для сбора и обработки геопространственных данных.

Надежность приема сигнала и повышение точности навигации обеспечивается работой контрольно-корректирующих станций (ККС) глобальных навигационных спутниковых систем. Для покрытия участка р. Обь от г. Барнаула до г. Нижневартовска планируется закладка четырех контрольно-корректирующих станций. В данный момент установлена и запущена в работу одна станция с зоной покрытия 200 км. ККС находится на территории Новосибирского шлюза.

Для создания ЭНК Обского бассейна Обским ГБУ, были выполнены масштабные топогеодезические и гидрографические работы. Проведены комплексные батиметрические и топографические съемки на участок реки Обь, общей протяженностью 1 700 км. Специальные съемки выполнялись с точностью масштаба бумажной лоцманской карты (1:25000; 1:10000), а в местах повышенной опасности, таких как рейды, причалы, переходы и пр., с точностью масштабов от 1:5000 до 1:2000. Результаты съемок были обработаны и конвертированы в формат S-57, для дальнейшего составления ЭНК.

Автоматизация производства специальных съемок и применение спутниковых радионавигационных систем (СРНС) геодезического класса, позволили в достаточно короткие сроки и с необходимой точностью провести весь цикл работ.

Для эффективного внедрения электронных карт на внутренних водных путях предусматривается создать единый картографический фонд. На данный момент вся нормативная база по картографическому фонду согласована

Росморречфлотом с учетом ряда предложений и замечаний и направлена в Министерство экономического развития РФ для дальнейшего утверждения.

Так же планируется создание двух региональных картографических центров на базе бассейновых управлений. В европейской части страны – это Волго-Балтийское ГБУ, Сибирь и Дальний Восток – Обское ГБУ.

В 2011 году начнет работу в тестовом режиме «сибирский» региональный картографический центр.

Основной задачей Картографического центра будет оказание услуг картографического обеспечения в сфере внутреннего водного транспорта.

Картографический центр в соответствии с установленными задачами и целями будет осуществлять следующие функции:

- Составлять, редактировать и издавать официальные навигационные карты внутренних водных путей (ВВП) Обь-Иртышского, Обского, Енисейского, Байкало-Ангарского, Ленского и Амурского бассейнов;

- Обеспечивать реализацию и реализовывать самостоятельно навигационные карты ВВП;

- Формировать, поддерживать и обновлять единую базу данных электронных навигационных карт ВВП и цифровых оригиналов для типографской печати на уровне современности;

- На основе данных, получаемых от бассейновых органов государственного управления на внутреннем водном транспорте, оперативно издавать и распространять Извещения судоводителям по Обь-Иртышскому, Обскому, Енисейскому, Байкало-Ангарскому, Ленскому и Амурскому бассейнам;

- Контролировать качество материалов, предназначенных для составления электронных навигационных карт ВВП;

- Осуществлять методическое руководство картографической деятельностью на внутренних водных путях Обь-Иртышского, Обского, Енисейского, Байкало-Ангарского, Ленского и Амурского бассейнов;

- Проводить конкурсный отбор предприятий, производящих тиражирование электронных и бумажных навигационных карт;

- Составлять, издавать и реализовывать справочно-информационные карты (схемы) и пособия для плавания по ВВП, а также нормативные документы по навигационно-гидрографическому обеспечению судоходства на ВВП;

- Участвовать в подготовке межведомственных и международных соглашений по вопросам навигационно-гидрографического обеспечения судоходства.

Региональный картографический центр - это инструмент взаимодействия между создателями ЭНК и потребителями данного продукта.

Переход на более качественный уровень картографической продукции требует от нас подготовки высококвалифицированных специалистов,

укомплектования передовыми программными продуктами в области электронной картографии отделов и служб, занимающихся данной работой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ватущенко Л.Л, Лдипевич В.А., Кошевой А.А. Электронные системы отображения навигационных карт. - 2-е изд., перераб. и доп. - Одесса, ОГМА, 2000. - 120 с.
2. Правила Гидрографической службы, ГУ НиО МО, 1984. – 264 с.
3. Электронные навигационные карты ВВП. РД152-012-01: Департамент ВВП, 2001. – 95 с.
4. Порядок картографической деятельности на ВВП РФ. С-Пб.: ФГУ «Волго-Балтийское ГБУВПиС», 2007. – 125 с.
5. Серпинас Б.Б. Глобальные системы позиционирования: ИКФ «Каталог», 2002. – 106 с.
6. Яценков В.С. Основы спутниковой навигации. Системы GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС. – М: Горячая линия-Телеком, 2005. – 272 с.:ил.
7. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС / Под редакцией В.Н. Харисова, А.И. Петрова, В.А. Болдина. – М.:ИПРЖР,1998. – 400 с. :ил.
8. Фирсов Ю.Г. Современные гидрографические технологии и практическая подготовка инженеров гидрографов в Государственной морской академии/Под ред. Емельянова. – М.: Наука, 2003.
9. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. Часть 1. Новосибирск:СГГА. – 2005. – 330 с.

© С.В. Павлушкин, А.С. Горбунов, 2011

УДК 528.94

А.В. Владыкина

СГГА, Новосибирск

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ (НА ПРИМЕРЕ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА)

Для анализа регионального развития рассчитываются различные интегральные показатели: ранг инвестиционной привлекательности, уровень устойчивого развития. Для расчета показателей используются статистические данные экономического развития, экологической ситуации и социальной сферы. Для отображения интегральных показателей применяются диаграммы.

A.V. Vladykina

Siberian State Academy of Geodesy (SSGA)

10 Plakhotnogo Ul., Novosibirsk, 630108, Russian Federation

REPRESENTATION OF REGIONS DEVELOPMENT VERSATILITY INDICATORS ON THE MAP (BY THE EXAMPLE OF THE NORTH FEDERAL DISTRICT)

To analyze the region development a set of indicators should be calculated: the rank of investment attractiveness and the level of the sustainable development. The indicators are difficult to calculate, statistical data on the economic development, ecology and social sphere are involved. Special diagrams are used to represent the versatility indicators.

В настоящее время происходит расширение границ тематического картографирования на основе применения новых методов анализа информации, приемов обработки фактов, их интерпретации, приемов отображения.

Различие регионального развития обусловлено усилением географического разделения труда и его интеграцией в территориальные комплексы и системы развития разного уровня. На это оказывает существенное влияние территориальные различия природных условий, неравномерность распределения ресурсов, сложившаяся система расселения населения, традиции хозяйственного уклада и т.д. Социально-экономическое развитие, использование природных ресурсов и экологическая обстановка во всех случаях соотносятся с определенным регионом.

Картография обладает уникальным методом отображения и анализа информации на всех территориальных уровнях. От разработанности вопросов научного картографического обеспечения зависит решение многих проблем регионального развития. В картографической науке данная тематика

интенсивно развивается в связи с высокой актуальностью проблемы и внедрением новых геоинформационных методов и технологий [1].

Тематические карты для регионального развития, созданные в геоинформационной среде связаны с выработкой и принятием управленческих решений, позволяют широко использовать математические и формализованные методы, системный подход. Картографические модели позволяют определить основные пространственные закономерности и тенденции регионального развития, провести анализ чувствительности территории к изменениям и анализ устойчивости территориальных систем и факторов развития.

Первоочередной задачей тематической картографии является формирование обоснованных показателей, отражающих достижение основных целей современного регионального развития. Показатели должны быть пригодны для отображения в картографической форме. Отбор большинства факторов осуществлен главным образом на основе качественного анализа. В результате, в число частных факторов включены различные социальные, политические, экологические и природно-ресурсные характеристики регионов РФ, например, темпы промышленного производства, обеспеченность региона автодорогами с твердым покрытием, уровень жизни населения региона, уровень преступности, уровень конфликтности трудовых отношений в регионе, отношение населения региона к процессам формирования рыночной экономики (измеряется на основе результатов парламентских и президентских выборов), уровень экологической загрязненности и дискомфорта климата, наличие природных запасов минерально-сырьевых ресурсов [2].

Для приведения частных показателей к сопоставимому виду используется процедура стандартизации (нормализации) их значений путем отнесения числового значения каждого частного показателя по данному региону к значению этого показателя по РФ в целом. В результате указанной процедуры числовые значения всех показателей преобразуются в безразмерные относительные величины, характеризующие отношение числового значения каждого частного показателя по региону к числовому значению этого же показателя по РФ. Значение каждого стандартизованного показателя в среднем по РФ, соответственно, равно 1,00 (единице).

Аналогичным образом производится стандартизация значений балльных (экспертных) оценок, применяемых по некоторым частным показателям. По этим показателям исчисляется средневзвешенный балл по РФ, и к нему относятся значения балльных оценок, присваиваемых данному частному показателю по каждому региону.

Для регионов Сибирского федерального округа согласно методике предложенной Гришиной И. и Шахназаровым А. [3] рассчитан интегральный показатель инвестиционной привлекательности регионов (табл. 1).

Таблица 1

Регион	Инвестиционная привлекательность, 2009 г.
Республика Саха (Якутия)	1,121
Красноярский край	1,062
Томская область	0,901
Иркутская область	0,823
Кемеровская область	0,932
Новосибирская область	0,902
Омская область	0,821
Республика Хакасия	0,777
Алтайский край	0,754
Республика Бурятия	0,712
Республика Тыва	0,589
Республика Алтай	0,574
Забайкальский край	0,528

Распределение регионов по группам инвестиционной привлекательности от низкой до высокой рекомендуется отображать на карте с помощью картограммы, применяемой для показа относительных статистических данных путем заполнения контуров территориального деления цветовыми заливками разного тона, штриховками разной плотности в соответствии с принятыми интервальными шкалами.

Для визуализации расчетных данных, из которых интегрируется основной показатель, разрабатываются способы отображения в виде различного вида картодиаграмм, позволяющих показать сложно структурированный набор данных, ранжированных по величине. Так показываются производственно-финансовый потенциал, социальный потенциал, природно-экологический потенциал и др. Картодиаграмма-звезда (рис. 1 а) выразительна при анализе дисбаланса или баланса комплекса показателей. Картодиаграмма-матрица (рис. 1б), разработана для отображения комплекса ранжированных показателей, для ее построения используется созданная в качестве приложения к MapInfo утилита.

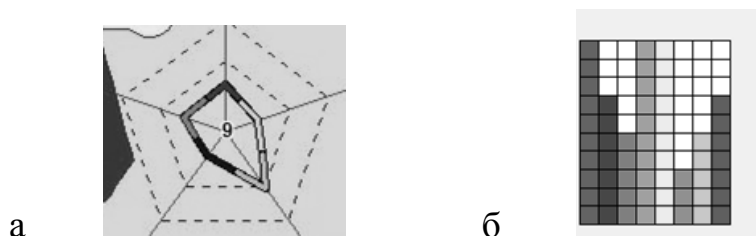


Рис. 1. Картограммы

При построении интегральных карт, необходимо учитывать: цели, назначение и характер использования карт, иерархический уровень и тематику запросов потребителей; специфику решаемых задач, их сложность, комплексность, научную или практическую значимость; вид и характер

источников исходной информации, достоверность статистических и расчетных показателей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тикунов, В.С. Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение [Текст] / В.С. Тикунов, Д.А. Цапук // Саратовский государственный университет. - 1999. - 208 с.
2. Октябрьский, П.Я. Уровень жизни населения в показателях отечественной и зарубежной статистики [Текст] / П.Я. Октябрьский / Компаративистика: альманах сравнительных социогуманитарных исследований. СПб.: Социол. о-во им. М.М. Ковалевского, 2001. - С. 301-311.
3. Гришина И. Комплексная оценка инвестиционной привлекательности и инвестиционной активности российских регионов: методика определения и анализ взаимосвязей [Текст] / И.Гришина Уровень доступа: <http://www.ivtv.ru-/2001/rus.htm>.

© А.В. Владыкина, 2011

УДК 528.8:72

А.И. Яценко, А.В. Бурцев, А.А. Дорофеев

ООО «Инжиниринговый центр ГФК», Москва

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ИСТОРИЧЕСКОГО ПАМЯТНИКА АРХИТЕКТУРЫ, ЗДАНИЯ «СРЕДНИЕ ТОРГОВЫЕ РЯДЫ», КРАСНАЯ ПЛОЩАДЬ, Д. 5

В статье рассмотрена технология автоматизированного дистанционного мониторинга исторического памятника архитектуры. Технология была реализована на объекте, подвергающемся «глубокой» реконструкции. Высокая значимость объекта и сложность инженерно-строительных решений потребовали применения.

A.I. Yashchenko, A.V. Burtchev, A.A. Dorofeev

Engineering centre GFK Ltd

1 Perovskaya, Moscow, Russia, 111524, Russian Federation

THE IMPLEMENTATION OF AUTOMATED DEFORMATION OF THE MONITORING DURING RESTORATION AND CONSTRUCTION OF ARCHITECTURAL COMPLEXES MOSCOW KREMLIN AND RED SQUARE

In article is considered methods geoinformation cartography elementary soil area (EPA) on base of the method plastics relief. GIS were used under cartography EPA, as well as for estimation their geometric parameters.

Столица нашей Родины постоянно строится, преобразается. Не редко новые объекты соседствуют с постройками XVIII XIX-18 веков. В большинстве случаев эти здания являются уникальным архитектурными памятниками. Один из таких памятников архитектуры находится в центре нашей Столицы, выходя фасадом на Красную Площадь.

Московский Кремль и Красная площадь – символ российской государственности, один из крупнейших архитектурных ансамблей, входящих в число объектов всемирного культурного и природного наследия ЮНЕСКО.

Проведение строительных и реставрационных работ среди исторических зданий и сооружений Московского Кремля и Красной площади требует тщательного контроля состояния памятников и исторических зданий, находящихся в зоне влияния возводимого объекта. Это сложная геодезическая и инженерно-строительная задача. Необходимо брать во внимание то, что здания Московского Кремля и Красной площади расположены на сложных геологических грунтах, со значительными изменениями геологического и гидрологического режимов с момента возведения. Состояние насыпных грунтов, наличие пустот, прохождение в непосредственной близости от

исторического центра столицы линий метрополитена и воздействие целого ряда других факторов, оказывает влияние на деформационные процессы.

Возведение новых объектов, зачастую требует значительного освоения подземного пространства, призвано обеспечить комфорт населения и долговременное, технически надежное, существование этих строений и окружающей инфраструктуры. Необходимо особо отметить, что красота столицы не только в «новоделах», а в гармоничном сочетании старых и современных зданий.

Одним из таких объектов стала реконструкция «кольцевого» здания Средних торговых рядов и возведение во внутреннем дворе административно-офисного здания.



Рис. 1. Кремль и Красная площадь конца 20-х годов

ИСТОРИКО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНАЯ СПРАВКА

Территория, на которой расположено здание Средних Торговых рядов, представляет собой целый квартал, ограниченный Красной площадью, улицами Ильинкой, Варваркой и Хрустальным переулком. Важный этап развития территории связан со строительством в 1368-1370 гг. белокаменного Кремля Дмитрия Донского. Торг к востоку от Кремлевских стен сложился уже к началу XV века. Его западная граница находилась ближе к стенам крепости, занимая значительную часть современной Красной площади. В конце XV происходит формирование трассы будущего Хрустального переуллка, отделившего ряды лавок от соседнего квартала, где располагался Панский двор, служивший временным пристанищем и складом товаров для купцов из Литвы и Польши.

Позже в этом же квартале разместился и Гостиный двор. Купцы, много путешествовавшие и имевшие большой опыт торговли, подсказали центральной власти идею организации торговли «в рядах».

В царствование Бориса Федоровича, в 1599 г. ров около Кремлевских стен был вычищен, вымощен и «устроен с зубцами». Тогда же было сооружено каменное Лобное место, находившееся в непосредственной близости от Средних рядов. В итоге были выстроены три квартала Верхних, Нижних и Средних рядов. В основу Рядов был положен модуль лавки, размеры которого составляли 2 X 2, 5 саж. (4,26 м x 5,32 м). Новые каменные лавки объединялись в вытянутые прямоугольные объемы.

В пожар 1812 г. Торговые ряды, как и вся Москва сильно пострадали. Восстановление ансамбля Красной площади стало одной из главных задач созданной Комиссии для строений в Москве. Основное внимание вновь было уделено ансамблю Красной площади и Кремля. Рис. 2. Архитектор О.И. Бове создал для Верхних рядов новую декорацию главного фасада. Здание Средних торговых рядов, новый фасад которого также был осуществлен по проекту О.И. Бове, получило однотипное с Верхними рядами декоративное убранство.



ВЕРХНИЕ РЯДЫ ПЕРЕДЪ ИХЪ ЗАКРЫТИЕМЪ ВЪ 1886 Г.
ВИДЪ КРЫШЪ.

Рис. 2. Москва и Кремль 1880 годов

В середине 1880-х гг. встал вопрос о коренной перестройке Торговых рядов. В 1890 г. проект архитектора Клейна был утвержден Александром III.

Средние торговые ряды, проекта Р.И. Клейна, удачно дополнили обновленный ансамбль Красной площади. Неправильные очертания участка повлияли на художественное и композиционное решение ансамбля, занимающего целый квартал. Основу ансамбля Средних Торговых рядов представлял т.н. «кольцевой» трехэтажный корпус, протянувшийся вдоль всего периметра квартала. Внутри двора, образованного «кольцевым» корпусом

стояли четыре двухэтажных корпуса с междуэтажными палатками, имевшие неправильную форму, обусловленную конфигурацией участка. Рис. 1. В дальнейшем эти корпуса были надстроены третьими этажами. Под всеми проездами внутри двора, а также со стороны Москворецкого проезда были устроены обширные подвальные помещения (рис. 3).

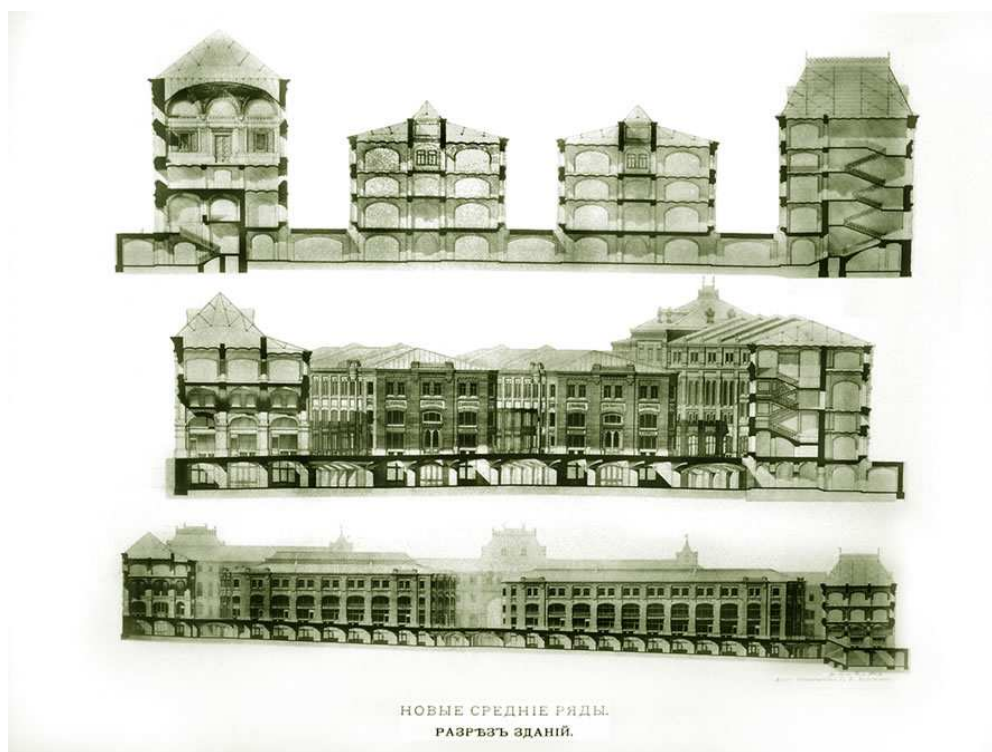


Рис. 3

После Октябрьской революции здания Средних торговых рядов были национализированы, и в них разместился Второй дом Реввоенсовета. Революция 1917 года и превращение Москвы в столицу первого в мире социалистического государства повлекли за собой глубокие перемены не только в градостроительной структуре Красной площади, но и в ее художественной образности. После ряда активных строительных работ в период 1925-1936 и сноса в 1960 г. Нижних торговых рядов значительно изменилась Красная площадь, открыв тем самым вид на здание Средних торговых рядов со стороны Москвы-реки. Это привело к возрастанию роли Средних торговых рядов в архитектурной композиции центра Москвы.

Теперь ничем не загороженное со стороны Москвы-реки здание Средних торговых рядов активно участвует в формировании городских панорам со стороны Москворецкого моста и Замоскворечья. Территория квартала, занятая Средними торговыми рядами находится в самом центре исторического ядра Москвы. Она входит в охранную зону недвижимых памятников истории и культуры, утвержденную Постановлением Правительства Москвы № 881 от 16.12.1997 г. Комплекс зданий Средних торговых рядов является частью ансамбля Красной площади – объекта Всемирного культурного и природного наследия ЮНЕСКО (рис. 4).



Рис. 4. Средние торговые ряды начала 20 века

В октябре 2009 Средние Торговые ряды указом Президента РФ были, в составе других зданий, переданы в ведение Федерального агентства по управлению государственным имуществом. После первичной разработки проекта в сентябре 2010 начались активные строительные работы по зачистке внутреннего двора и подготовке пятна под застройку административно-офисного здания. На этом этапе остро встал вопрос о создании автоматизированной системы наблюдения за деформациями.

Для сопровождения строительства и наблюдения сохранности «кольцевого» трехэтажного корпуса ансамбля Средних Торговых рядов была разработана и установлена автоматизированная система контроля деформаций.

Строительство предусматривает освоение большого подземного пространства, которое будет, располагаться значительно ниже существующего фундамента здания Средних Торговых рядов. Близкое «соседство» возводимого здания со зданием конца XIX века наложило особые требования к технологии строительства. Дополнительную сложность вызывает проходящая рядом с зоной строительства на глубине 18-20 метров Замоскворецкая линия метрополитена.

Неглубокие фундаменты исторических зданий (-4.50...-5.50 м) соседствуют с котлованами глубиной до 10...12 метров. Инженерно-техническое обеспечение строительства не гарантирует полную неподвижность грунтов и оснований.

Для постоянного автоматизированного дистанционного контроля деформаций «кольцевого» трехэтажного корпуса Средних Торговых рядов была установлен программно-аппаратный комплекс системы мониторинга. Комплекс состоит из тахеометров, призм и пленочных отражателей под управлением сервера с установленным модулем Monitor программы GeoMoS. Анализ и визуализацию полученной информации осуществляет модуль Analyzer программного обеспечения GeoMoS установленного на рабочей станции расположенной у заказчика.

Два высокоточных тахеометра ТСА 2003 (0.5") и TS30 (0.5") были установлены на специальных металлических кронштейнах, на стенах внутреннего двора «кольцевого» корпуса. Периодически тахеометры определяют свое положение методом «обратной засечки» по установленным опорным призмам на зданиях расположенные вне зоны деформации: на здания «Собора Покрова Пресвятой Богородицы, что на Рву», на здании ГУМ по линии вдоль улицы Ильинка, и на здании «Гостиный Двор» по линии вдоль Хрустального переулка. Инструментальная «чувствительность» комплекса составляет в плане и по высоте до 0,5 мм.

Для возведения нового здания предварительно производился разбор подвальных помещений внутренних корпусов и очистка территории от строительного мусора. На этом этапе большое воздействие на существующие здание оказывала тяжелая строительная техника с виброударными устройствами, а также нарушение целостности конструкции фундамента архитектурного комплекса «Средние торговые ряды».

Высокоточные автоматические тахеометры ТСА2003 (0.5") и ТМ30 (0.5") объединенные в локальную рабочую сети со своими IP адресами. В эту же сеть включен сервер с установленной программой GeoMoS 5.1 Monitor. Для защиты от неблагоприятных погодных условий в виде дождя и снега, строительной пыли, и как следствии загрязнения оптических систем оборудования, тахеометры помещены под защитные стеклянные колпаки. Для ввода атмосферной поправки рядом с одним из тахеометров установлен температурный датчик. Тахеометр, установленный на стороне противоположной месту установки сервера, подключен к внутренней локальной сети через беспроводный модуль. На внутренних стенах кольцевого здания установлены, расположенные в два ряда, один над другим, в зависимости от рельефа зданий 46 призм.

260 пленочных отражателей расположены в 3 или 4 ряда, в зависимости от рельефа и этажности здания. Ряды призм и пленочных отражателей расположены на уровне межэтажных и чердачных перекрытий.

Наблюдения за деформациями объекта проводятся в Московской городской системе координат. Для этого на стройплощадке были выполнены предварительные работы по закреплению временных опорных точек, через которые был проложен полигонометрический ход. Обоснованием для него послужили несколько знаков МГГС, находящихся за пределами «воронки деформаций». С этих точек координаты были «вынесены» на все знаки планово-высотного обоснования объекта, а также на наблюдаемые точки.

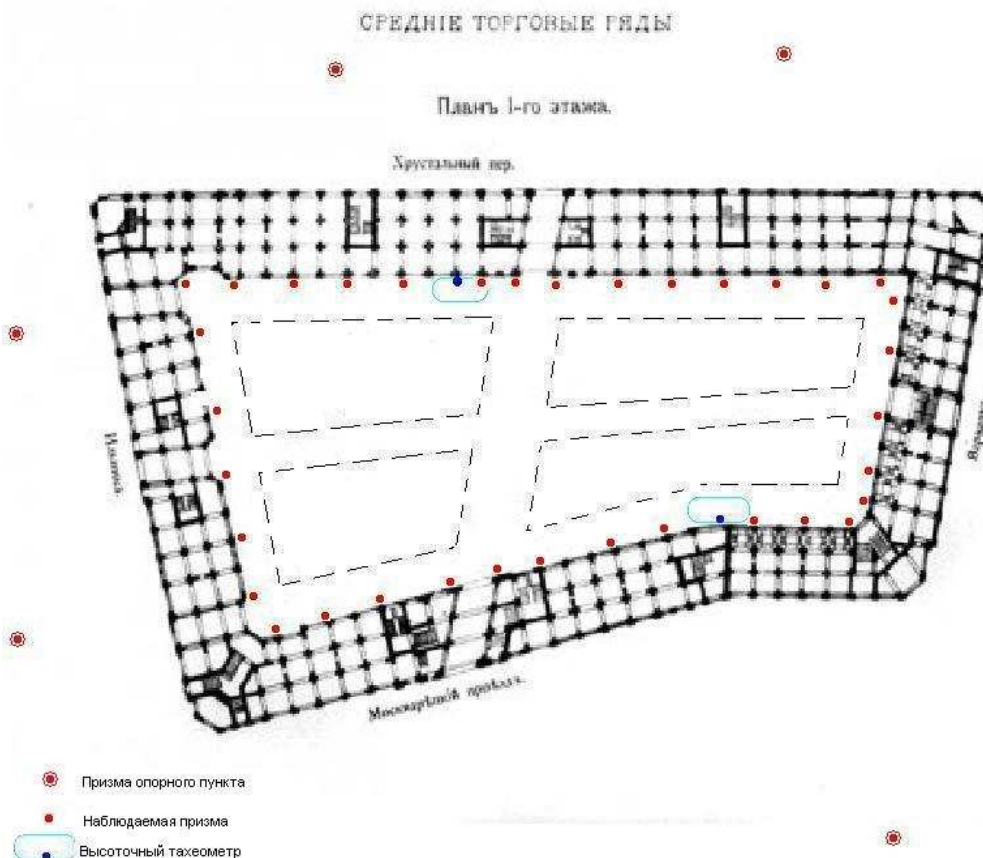


Рис. 5. Расположение геодезического оборудования

Для определения первоначальных координат тахеометра на цоколь кольцевого здания установлены 6 призм. Обратная геодезическая задача («засечка») для каждого из тахеометров решалась как минимум для трех пунктов. После запуска аппаратно-программного комплекса и первичного анализа наблюдений, было определено значительное влияние атмосферного фактора при наблюдении на опорные точки, что приводит к дополнительным случайным ошибкам. Для повышения надежности и уточнения наблюдений, было принято решение о «ручном» периодическом уточнении планово-высотных координат 6-ти «цокольных» призм. Кроме того эти призмы включены в состав циклов наблюдений для уточнения собственных координат тахеометров.

Для определения наклона стен архитектурного комплекса «Средние торговые ряды» и выполнения дальнейшего анализа в программном модуле Monitor были прописаны формулы профилей, соответствующие наклону соответствующих фрагментов стен.

Защита геодезического и коммуникационного оборудования от кратковременного пропадания напряжения осуществляется блоком бесперебойного питания, обеспечивающий длительную работу комплекса.

Программа GeoMoS 5.1 Monitor обеспечивает сбор данных по заранее заданному алгоритму. Заказчиком были намечены циклы измерений по призмам и пленкам, которые выполнялись с периодичностью от получаса до нескольких часов для различных групп измеряемых точек.

Для нужд аппаратно-програмного комплекса контроля деформаций «кольцевого» трехэтажного здания Средние торговые ряды на объекте организована внутренняя LAN сеть, адреса которой предоставлены владельцем сети ЗАО «БалтСтрой». Для контроля функционирования аппаратуры провайдер обеспечил программный доступ «до уровня физического датчика». Это организовано для оперативного контроля работы оборудования, определения отказов функционирования и минимизации трудозатрат при дистанционном обслуживании оборудования системы. Необходимо отметить, что надежность работы оборудования и системы в целом не позволила воспользоваться данным сервисом для оперативного устранения проблем.

Аппаратно-программный комплекс реализован таким образом, что программа GeoMoS установлена на двух серверах в офисах, находящихся в разных частях Москвы. На один из серверов на объекте производства строительных работ установлено программное обеспечение GeoMoS с модулем Monitor для сбора и хранения первичной информации. Другой компьютер с модулем GeoMoS Analyzer установлен в офисе в 35-ой лаборатории НИОСП им Н.М. Герсевича, находящейся в другой части города, где производится анализ деформационных данных. Оператор, периодически, связывается, по Интернет-каналам с сервером модуля GeoMoS Monitor и базами данных, забирает последнюю информацию, дополняя ранее полученные данные и производя уточненный анализ по модели здания текущей ситуации, выдаёт застройщику необходимые рекомендации по проведению работ.

Аппаратно-программный комплекс позволил круглосуточно, в любой день недели обеспечивать высокоточный надежный дистанционный контроль деформаций, обеспечивать застройщика достоверной информацией о состоянии территории и объектов находящихся в зоне влияния строительства. Своевременная оперативная реакция на любое незначительное смещение или наклон обеспечивает надежную сохранность здания «Средние торговые ряды», являющегося частью ансамбля Красной площади.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Разумовская А.А.; Значко М.А., Паглазова Н.М. Историко-градостроительная справка. Красная площадь, 5. История вопроса. Архнадзор (2 марта 2007 года).
2. Яценко А.И., Евстафьев О.В. Проблемы установки и сохранности оборудования автоматизированных систем мониторинга. ГеоПрофи 2010, № 2.
3. Яценко А.И. Области применения инклинометров. ГеоПрофи 2010, № 4 и № 5.

© А.И. Яценко, А.В. Бурцев, А.А. Дорофеев, 2011

УДК528.91:502

В.А. Понько

Институт водных и экологических проблем СО РАН,
Сибирский НИИ земледелия и химизации Россельхозакадемии, Новосибирск

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ КРИЗИСНЫХ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДОЛОГИИ КОСМОГЕОЭКОПРОГНОЗА

В статье рассматриваются практические приложения методологии космогеоэкопрогноза к отраслям аграрного и водохозяйственного природопользования, в тезисах дается краткое обоснование расчетов агроклиматических и водохозяйственных сценариев.

V.A. Ponko

Institute of Water and Ecological Problems, Siberian branch of Russian academy of sciences

Siberian research institute of agricultural chemistry, Russian academy of agricultural sciences, Novosibirsk

PREVENTION OF EMERGENCY SITUATIONS DUE TO THE GEO- ECOLOGICAL SPATIAL PREDICTION METHODOLOGY

Practical application of geo-ecological spatial prediction in nature management (agrarian and water industry) is considered. Brief substantiation of agro-climatic and water industry scenarios calculations is presented.

Время, прошедшее после конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро (июнь 1992 г.) показало, что декларация о стратегии устойчивого развития, провозглашенная на конференции, становится очередным мифом. Человечество не может осознанно перейти на траекторию устойчивого развития. Не проявляется и стремление к безопасному развитию. Одним из свидетельств этого является невостребованность системы космогеоэкопрогноза. Система была задумана на рубеже 80-90-х годов для своевременного упреждения кризисных и чрезвычайных ситуаций в экосфере и экосоциосфере на основе сверхдолгосрочного (на годы вперед) прогнозирования их опасности [1, 2]. Экосфера – трансформируемая человечеством планетарная среда обитания, включающая атмосферу, гидросферу, агросферу, техносферу.

В докладе рассматриваются практические приложения методологии космогеоэкопрогноза к отраслям аграрного и водохозяйственного природопользования, в тезисах дается краткое обоснование расчетов агроклиматических и водохозяйственных сценариев.

Методология космогеоэкопрогноза основывается на схемах глобального астрогеомониторинга. Астрогеомониторинг заключается в представлении на картах Земли и временных шкалах параметров экосферы, с одной стороны, и астрономических солнечно-плането-лунно-обусловленных факторов, влияющих на изменчивость этих параметров, с другой. При этом широко используются данные гидрометеорологического, геофизического, космического мониторинга. Задача состоит в обосновании геокосмических (космо-атмосферных, космо-гидросферных) связей и аналогий для построения адекватных математических моделей с прогностическим выходом. Для этого проводится геокосмическая (космогеофизическая) интерпретация внутрисуточных, внутригодовых, межгодовых и трендовых изменений характеристик облачности, давления, осадков, температур, речного стока, уровня озер при максимальном углублении геокосмических связей в прошлое. Природные характеристики берутся из архивов, палеогеографических источников и получаются в режиме текущего слежения.

Астрономические факторы рассчитываются в гелиоцентрической и геоцентрической системах отсчета. Основная геоцентрическая система определяется от нуля Гринвича, привязанного к точке весеннего равноденствия в верхней кульминации и соответствующему меридиану (МВР) в эпоху 1950,0. Относительно нулевого меридиана в звездном времени (согласно [3]) рассматриваются все астрономические периоды и циклы, начиная от прецессионного периода обращения МВР в западном направлении (около 26 тыс. лет) и периода апогея земной орбиты A_3 (21 тыс. лет), движущегося на восток. Имеется вариант отсчета проекций факторов по всемирному времени от 0 часов Гринвичской полночи, когда Солнце постоянно находится в нижней кульминации. Названные астрономические параметры представляются как сверхдолгопериодные факторы канального приливообразования в атмосфере и океане. Они дополняются проекциями узлов прецессии (период 18,6 лет) и большой полуоси (8,85 лет) орбиты Луны, проекциями приливообразующих планет Юпитера (11,86 лет), Сатурна (29,46 лет), Венеры (0,61 года), и других. На сверхдолгопериодные и долгопериодные факторы накладываются компоненты вектора лунно-солнечных приливов. Одновременно астрономические параметры представляются в гелиоцентрической системе отсчета.

Сотни космических снимков атмосферы, карт аномалий атмосферного давления, других гидрометеорологических характеристик, совмещенных с проекциями названных астрономических параметров, позволяют космогеофизически интерпретировать динамику атмосферно-гидросферных процессов для того, чтобы по аналогии предвычислять аномальные события на будущее.

Осенью 2010 года после чрезвычайных ситуаций засухи и пожаров в Европейской России на заседании Научно-технического совета Росгидромета и Научного совета РАН «Исследования по теории климата Земли» отмечалось, что эволюция циклонов и антициклонов «уверенно прогнозируется на сроки 5-7 суток» и процессы стационарирования антициклонов «не связаны с

геофизическими факторами». Было рекомендовано учреждениям науки и образования предусмотреть в планах НИР на 2011 и последующие годы работы, направленные на исследование и прогнозирование блокирующих атмосферных макропроцессов, повлекших потери урожая и другие стихийные бедствия.

Много ранее аналогичный блокирующий антициклон над Восточной Европой и прохладную циклональную воронку в Западной Сибири летом 1972 года мы связывали с локальным резонансным действием приливных стоячих волн в атмосфере от лунных и солнечно-планетных факторов [1].

В 1989 году академик А.М. Обухова, директор Института физики атмосферы отмечал, что атмосфера является единым механизмом, крупномасштабные элементы которого (циклоны, антициклоны, фронты, струйные течения) находятся в тесной взаимосвязи. В принципиальном плане эти процессы объясняются исходя из гидродинамической модели струйных потоков. Однако неясна природа самих потоков и долгоживущих антициклонально-циклональных пар, теплых антициклонов на севере и холодных циклонов на юге [4]. Поэтому моделирование космо-атмосферных связей и экстраполирование их на будущее мы начинаем с ответов на вопросы академика Обухова.

Антициклонально-циклональная пара с теплым стационарным восточно-европейским антициклоном летом 2010 года была обусловлена факторами геофизической и космической природы. Антициклон 2010 года был почти аналогичен ситуациям 1972, 1921, 1365 годов. Такому углублению в прошлое помогает летопись необычайных явлений природы за тысячу лет Е.П. Борисенкова и В.М. Пасецкого [5]. Наше исследование показало, что трансформация «собственных» длинных волн атмосферы и формирование устойчивых локальных антициклонов и барических депрессий происходит в космогеорезонансных механизмах под влиянием приливообразующих сил и динамики межпланетного поля. При этом отчетливо проявляется каналовой механизм приливов. Понятие каналовых приливов связано с именем английского астронома Эри (середина 19 века), который указал на разное воздействие приливообразующих сил на водные массы в каналах, ориентированных вдоль параллелей либо меридианов Земли. В широтных каналах вод морей и океанов, условные стенки которых идут вдоль земных параллелей, действуют поступательные приливные волны, а в меридианных каналах, сужающихся к полюсам, меридиональные компоненты приливов вызывают стоячие волны.

Аналогичное действие приливообразующих сил Луны, Солнца, плането-солнечных факторов мы отмечаем при анализе карт гидрометеорологических аномалий в каналах атмосферы Земли. Компоненты приливных сил в Северном полушарии, направленные с юга на север, инициируют стоячие волны в воздушных и водных течениях, отклоняемых под действием силы Кориолиса к востоку по антициклональной траектории. Силы, действующие с севера на юг, вызывают бифуркацию потоков в восточной периферии антициклонов и ныряющие циклоны.

В нашем прогнозе, представленном на Всемирную конференцию по изменению климата (Москва, сентябрь 2003 г.), основанном на космогеофизической идентификации метеорядов по Центральной Англии, отмечался переход от фазы общего потепления к стабилизации температурного фона к 20-30-м годам текущего века [6]. Первостепенную роль в изменении температурного фона играют космические факторы, а локальное антропогенное воздействие накладывается на естественные колебания климата.

Изучение палеогеографических данных голоцена (около 11 тыс. лет) показало, что погодно-климатические изменения в прошлом были не менее значительными, чем в последние десятилетия. При углублении в еще более далекое прошлое можно отметить общность механизмов канального приливообразования в атмосфере и океане от астрономических факторов при формировании климатических аномалий текущего времени, голоцена и плейстоцена. Изменение взаимного положения проекций МВР и A_3 , как приливообразующих факторов, позволяет объяснить полную амплитуду $10-12^{\circ}\text{C}$ и характер колебаний температур в циклах похолоданий и потеплений за 420 тыс. лет. С помощью астрономической теории климата М. Миланковича [7] можно объяснить часть этой амплитуды и совершенно непонятны резкие переходы температур, например, от валдайского оледенения к теплomu голоцену с подъемом уровня океана на 100 метров.

В наших космо-климатических моделях количественно описаны квази-100-тысячелетние температурные циклы плейстоцена и пространственно-климатические детали голоцена. Например, в меридианном канале атмосферы над Сибирью усиливаются резонансы стоячих волн от астрономических факторов сверхдолгого периода. Гребни волн вызывают устойчивый антициклон, а расположенные на 45° воронки - барические депрессии. Это приводит к притоку тепла на север в западной части антициклона и похолоданию в восточной периферии антициклона. Через тысячелетия конфигурации внешних факторов постепенно изменяются, и в настоящее время мы наблюдаем следы погребенных черноземов в Якутии и оледенения в Европе.

Долгопериодные плането-солнечно-обусловленные факторы модулируют полусуточные компоненты лунно-солнечных приливов. Результирующее влияние волн в атмосфере и океане складывается по принципу суперпозиции в резонансные сочетания в тех или иных районах Земли. В действии на атмосферу лунно-солнечных приливов проявляется эффект Этвеша, усиливающий циклоны и локализуя атмосферные фронты.

Проведенное исследование позволяет ответить на вопросы А.М. Обухова. Резонансы долгопериодных компонент стоячих волн в меридианных каналах Земли, модулирующих волны лунно-солнечных приливов, вызывают устойчивые струйные потоки и течения, приводящие к стационарированию в атмосфере антициклонов и углублению смежных циклональных воронок. Это создает впечатление долгоживущих антициклонально-циклональных пар, проявляющихся в разных временных масштабах. В схемах астрогеомониторинга можно детализировать место и время проявления стационарных антициклонов, барических депрессий, волн тепла и холода, фаз

атмосферных осадков. Расчеты астрономических факторов приливов по законам небесной механики позволяют прогнозировать подобные ситуации в далеком будущем.

Упомянутый ниже «эффект колебаний солнечной активности» в действительности как бы растворяется в комплексе солнечно-плането-обусловленных факторов. Солнечная активность сама является результатом резонансной модуляции планетами автоколебаний в фотосфере Солнца и каналового эффекта приливов. В нашей статье 1978 года издания [8] был дан сверхдолгосрочный прогноз солнечной активности, основанный на экстраполяции в будущее плането-солнечных связей, который к настоящему времени оправдывается. Это является дополнительной иллюстрацией того, что взаимное положение Солнца, планет и Луны определяет весь многоритмичный спектр характеристик межпланетного поля Солнца и приливообразующих сил на Земле, как внешних факторов формирования циркуляции атмосферы, океана, гидрометеорологических процессов.

Между тем группой экспертов по изменению климата заявлено более тысячи (!) диагностических подпроектов по моделям глобального потепления. Климатические модели базируются, в основном, на гидродинамических моделях циркуляции атмосферы. Авторы базовых моделей при этом считают, что главная роль в потеплении остается за человеком, и антропогенный фактор «в пять раз превышает эффект колебаний солнечной активности». Специалисты отраслей природопользования вынуждены ограничиваться подобными сценариями, в основном, векового потепления приземной атмосферы на 1,5-5,5⁰С. Эти сценарии появились на рубеже 80-90-х годов [9], и с ними некоторые стали увязывать локальные гидрометеорологические аномалии. С. Шнайдер указал на ошибочность такого вывода, с чем мы вполне согласны [1,10]. По крайней мере, эта дискуссия не должна уводить от учета влияния реальных погодно-климатических условий на ежегодную практику отраслей природопользования.

В гидродинамических моделях циркуляционные процессы атмосферы рассчитываются исходя из внутригодового изменения температурных градиентов между полюсами и экватором, суши и океаном. Под воздействием этих тепловых «машин» и силы Кориолиса в атмосфере возникают волновые циркуляционные колебания. Астроном и метеоролог А.В. Дьяков говорил о 8,6-суточных собственных волнах атмосферы [11]. Эти волны можно было бы отнести к автоколебаниям, но они в точности резонируют с 4-х секторной волновой структурой межпланетного поля Солнца.

С помощью гидродинамических моделей атмосферы практически невозможно построить реальные климатические сценарии, поскольку вековые гидрометеорологические ряды слишком коротки для проверки адекватности самих климатических моделей. Ограничена и заблаговременность прогнозов погоды по гидродинамическим моделям, которая, по мнению авторов этих моделей, никогда не превысит двухнедельного срока [12]. Это было сказано в 1987 году и остается справедливым в настоящее время. Прогнозы на основе гидродинамических моделей постоянно корректируются на новые начальные

условия, что связано с непредвиденным влиянием внешних факторов. Иногда это повторяется в течение суток. Только в этом помогают совершенные компьютеры и системы космического слежения.

Причины современного прогностического кризиса заключаются в грубых предположениях о стационарности гидрометеорологических рядов и грубейших допущениях о закрытости Земли от внешнего космического влияния (кроме солнечного тепла). Последующее применение «строгих» формул математической статистики и уравнений гидродинамики создает впечатление научных подходов к разрешению прогностической проблемы, а на деле закрывает саму возможность выхода из тупика, в который все более погружается официальная гидрометеорология.

Понимание космогеорезонансного механизма и каналового эффекта приливообразования в атмосфере и океане является основной научной предпосылкой сверхдолгосрочного прогнозирования аномалий климата, водности и продуктивности агросферы. Первые схемы геокосмических связей и основанные на них сверхдолгосрочные прогнозы были построены в 70-е годы прошлого века.

К весне 1971 года была рассчитана модель динамики водности в бассейне оз. Чаны на базе данных за 1899-1971 гг., и экстраполирована в прошлое и на будущее для прогноза. Колебания уровня аппроксимированы суммой синусоид, отражающих сочетания астрономически обусловленных факторов. Данный прогноз был положен в обоснование локального регулирования уровня оз. Чаны. На основании прогноза Минрыбхоз РФ весной 1971 года принял окончательное решение об отчленении дамбами засоленного и безжизненного Юдинского плеса, составлявшего третью часть водоема. Дамбы построены Новосибирскрыбпромом под руководством С.С. Захарова и действуют с 1973 года. Автор доклада проводил надзор за ходом строительства. В результате отчленения Юдинского плеса на протяжении 40 лет сохраняется рыбохозяйственное значение крупнейшего водоема Западной Сибири, а большая часть отчлененного плеса превратилась в луга, используемые как сенокосы. Без локального регулирования уровня вся Чановская система была бы непроходимым болотом.

В 1989-1991 гг. мы провели оценку возможных изменений климата и его влияния на сельское хозяйство СССР. Работа выполнялась по заказу Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. На передний план выдвигалась задача прогнозирования аномалий климата и урожайности зерновых культур как интегральной характеристики увлажнения отдельных сельскохозяйственных лет. Были рассчитаны агроклиматические сценарии, в частности, прогноз на 1991-2025 гг. районов засушливых условий весенне-летних сезонов в полосе широт $45-55^{\circ}$ земледельческой зоны страны. Ареалы засухи определялись по предвычислению взаимного положения проекций узла прецессии и апсиды (большой полуоси) лунной орбиты, на фоне проекций Солнца и планет-гигантов. Эти факторы являются основными в проявлениях стоячих волн в атмосфере и стационаровании антициклонов.

В течение прошедших 20 лет данный прогноз оправдывается. Ближайшие к текущему времени максимальные проявления засухи в прогнозе обозначены в 2010 году в Поволжье (долготы 40-50°) и в 2011 году на юге Западной Сибири (77-88°). Современный прогноз агроклиматически обеспеченной урожайности зерновых культур в Алтайском крае на 2011-2015 гг. показывает соответственно: 9, 10, 8, 14 и 14 центнеров с гектара.

В течение последних 12 лет проводилась оценка достоверности прогнозов тепло-влагообеспеченности полей, агроклиматически обеспеченной урожайности культур, водности рек для территории Новосибирской области. Прогнозы с многолетней заблаговременностью рассчитывались на основе информации созданных архивов и экстраполяции в будущее геокосмических связей в моделях временных рядов. Все прогнозы показали свою практическую значимость.

Между тем в Министерстве сельского хозяйства РФ в 2009-м году рассматривалась экономико-математическая модель продовольственных рынков и был дан прогноз развития рынка пшеницы в России до 2017 года. Модель состояла из 10800(!) уравнений для 39 стран и 19 регионов мира. В этом прогнозе, очевидно, не предполагалось резких спадов урожайности из-за природных невзгод, и в 2010-м году зерновой рынок был буквально опрокинут в результате непредвиденной засухи. Сбор зерновых культур в России в 2010 г. составил около 60 млн тонн. Европейский антициклон фактически перечеркнул планы Минсельхоза.

Аграрной отрасли для планирования стратегии и ценовой политики в зернопроизводстве необходимы прогнозы агроклиматически обеспеченной продуктивности агросферы всей страны и ее отдельных регионов. Весной 2010 года мы дали прогноз до 2021 года валовых сборов зерна в России на площади 47 млн. га при современном уровне хозяйственного освоения агроклиматических ресурсов. На 2010 год прогноз составил 62 млн. тонн, на 2011 год 83 млн. тонн. Но он может быть уменьшен до 75-78 млн. тонн в результате последствий засухи 2010 года.

Для водохозяйственных отраслей также необходимы сверхдолгосрочные сценарии. В 2010 году были рассчитаны модели прогнозного изменения водности рек Обь-Иртышского бассейна на 20 лет. По этим сценариям возможно проведение водохозяйственных расчетов при обосновании схем комплексного использования водных объектов и адаптации их к естественным колебаниям водности. При моделировании природных колебаний учитывается возможное антропогенное влияние, связанное с регулированием стока, потерями на испарение с поверхности водохранилищ, водозаборами из бассейнов. Учитываются также интересы участников водохозяйственных комплексов - гидроэнергетики, коммунального, рыбного хозяйства, речного флота.

В докладе подробно рассматривается прогноз стока р. Иртыш в контексте с решением проблемы Алтайского водохозяйственного кластера.

В рамках методологии космогеоэкопрогноза также исследованы крупные аномалии в литосфере и техносфере Земли. В этот список попадает японское

землетрясение 11 марта 2011 года, эпицентр которого находился в зоне длительного напряжения, связанного с резонансными сочетаниями волн от долгопериодных компонент лунно-плането-солнечных факторов. Резонансы рассчитываются по специальным программам в прошлое и на будущее с практически неограниченной заблаговременностью.

Из планов на будущее следует отметить совершенствование схем астрогомомониторинга и космо-климатических моделей, нацеленных на предвычисление аномальных гидрометеорологических ситуаций на земном пространстве. В прикладном плане необходимо возобновление работы центра «Космогеоэкопрогноз» по следующим направлениям:

- На Федеральном уровне – включение прогностических схем в Международную аэрокосмическую систему глобального мониторинга на территории Союзного государства, стран ЕврАзЭС, других регионов мира, в целях упреждения чрезвычайных ситуаций в природной среде;

- На уровне Сибирского федерального округа - доработка технологии космогеоэкопрогноза для внедрения в отрасли сельского хозяйства, гидромелиорации, водного хозяйства, гидроэнергетики;

- На уровне субъектов РФ - разработка прогнозов увлажнения, водности, климатически обеспеченной продуктивности земель регионов в целях агроклиматической и водохозяйственной адаптации отраслей природопользования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Понько, В.А. Система «Экопрогноз» [Текст] / В.А. Панько // СО ВАСХНИЛ. – Новосибирск, 1996. - 95 с.
2. Понько, В.А. Введение в систему «Экопрогноз» [Текст] / В.А. Панько // «Новый век».- 2000. – 136 с.
3. Астрономический календарь. Постоянная часть [Текст]. - М.: Наука, 1973. – 728 с.
4. Обухов, А.М. Вихри и погода [Текст] /А.М. Обухов // Наука и человечество. – 1989.-№ 7 – С. 96- 112.
5. Борисенков, Е.П.Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы [Текст] / Е.П. Борисенков, В.М. Пасецкий.- М.: Мысль,- 1988. - 524 с.
6. Метод геокосмических аналогий и модель изменчивости климата [Текст] / В.А. Панько, Н.Н. Завалишин, В.И. Зиненко, С.В. Хизаметдинов // Материалы Всемирной конференции по изменению климата. – 2003. - С. 508.
7. Миланкович, М. Математическая климатология и астрономическая теория колебаний климата [Текст]/ М.Миланкович. – М.;-Л.: ГОНТИ, 1939. – 208 с.
8. Предстоящие изменения климата. Совместный советско-американский отчет о климате и его изменениях [Текст]. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 227 с.
9. Шнайдер, С. О глобальном потеплении [Текст]. /С. Шнайдер // Америка. –1991. - № 414. – С. 2-10.

10. Дьяков, А.В. Использование информации об активности Солнца в гидрометеорологическом прогнозировании на длительные сроки (1940-1972 гг.) [Текст] / А.В. Дьяков // Солнечно-атмосферные связи в теории климата и прогнозах погоды. - Л.: Гидрометеиздат, 1974. - С. 307-313.

11. Понько, В.А. Предпосылки построения детерминированных моделей колебаний речного стока и уровня озер [Текст] / В.А. Понько // Модели природных систем. – Новосибирск: Наука, 1978.- С. 113-127.

12. Долгосрочное и среднесрочное прогнозирование погоды. Проблема и перспективы / под ред. Д. Бариджа, Э. Челлена. – М.: Мир, 1987. – 288 с.

© В.А. Понько, 2011

УДК 629.783:551.24

К.М. Антонович, Н.С. Косарев

СГГА, Новосибирск

О ВОЗМОЖНОСТИ КОНТРОЛЯ НЕПРЕРЫВНОЙ ФАЗЫ НЕСУЩЕЙ ПРИ ГНСС НАБЛЮДЕНИЯХ

Предлагается метод контроля наблюдений непрерывной фазы несущей, основанный на использовании элементов орбиты и приближенного положения пункта наблюдений. Приводятся аналитические оценки точности моделирования приращений топоцентрических дальностей, подтвержденные анализом реальных наблюдений.

K.M. Antonovich, N.S. Kosarev

Siberian State Academy of Geodesy (SSGA)

10 Plakhotnogo Ul., Novosibirsk, 630108, Russian Federation

ONE WAY TO CONTROL THE CONTINUOUS PHASE OF CARRIER DURING GNSS OBSERVATIONS

The method of controlling the carrier continuous phase is offered. It is based on the calculations of topocentric distances by the orbit elements and the approximate point position. Analytical accuracy estimations for the phase modeling are presented. They were confirmed by the real observations analysis.

Движение спутников глобальных навигационных систем ГЛОНАСС, GPS происходит по орбитам, близким к круговым (эксцентриситет $e < 0.01$), на высоте H около 20000 км над поверхностью Земли [3]. Геодезический приемник, начиная измерения на пункте, определяет свои координаты по кодовым псевдодальностям с погрешностью порядка 10 м. Погрешность положения спутника, вычисленная по его бортовым эфемеридам, для спутников GPS оценивается примерно в 2 м, для спутников ГЛОНАСС несколько больше. В любом случае, взаимное положение приемника и орбиты, как правило, известно с погрешностью не более 10 м. Одновременно с измерением псевдодальностей приемник фиксирует непрерывную фазу несущей, представляющую собой разность между текущим топоцентрическим расстоянием спутника и расстоянием в момент первого измерения, выраженную в длинах волн [1].

Эту же разность в топоцентрических расстояниях можно получить через измеренные псевдодальности. Однако погрешности в таких разностях обычно значительно больше погрешностей в измеренных фазах из-за преобладающего шума, расхождений в знаках фазовой и групповой ионосферных задержек, различия между фазовой и кодовой многопутностью и некоторых других

факторов. Тем не менее, псевдодальности, измеренные по коду повышенной точности ГЛОНАСС или по P(Y)-коду GPS используют для контроля пропусков циклов и аномальных отклонений в непрерывной фазе. С другой стороны, измеренные фазы часто используются для сглаживания псевдодальностей [2, 4, 5].

Оценим погрешность вычисления разностей топоцентрических расстояний до спутника при дискретности между эпохами наблюдений $\Delta t = t_2 - t_1$ используя приближенное положение пункта и элементы орбиты, передаваемые в навигационном сообщении с учетом того, что погрешность взаимное положение спутника и орбиты не превышает 10 метров.

Для упрощения выводов выберем систему координат в плоскости орбиты следующим образом (рис. 1): начало в геоцентре O , ось X – по радиус-вектору $\mathbf{R}$ пункта наблюдений A , ось Y – по перпендикуляру к радиус-вектору пункта. Орбита спутника круговая, с большой полуосью равной a . Влиянием возмущений в движении спутника пренебрегаем. Пусть в момент времени t_1 спутник находится в зените пункта A , в точке 1, тогда положения пункта $\mathbf{R}$ и спутника $\mathbf{r}_1$ представляются как

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} R \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{r}_1 = \begin{bmatrix} a \\ 0 \end{bmatrix}. \quad (1)$$

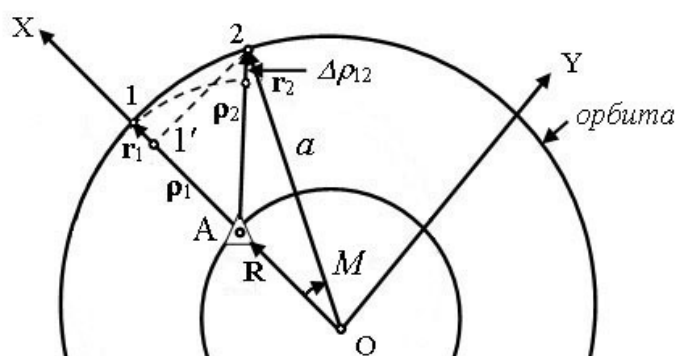


Рис. 1. Геометрия топоцентрических разностей

В момент времени $t_2 = t_1 + \Delta t$, после того как спутник переместится в положение 2, пройдя по орбите дугу 12, радиус-вектор положения спутника $\mathbf{r}_2$ можно выразить из прямоугольного треугольника $01'2$ следующим образом:

$$\mathbf{r}_2 = \begin{bmatrix} a \cos M \\ a \sin M \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Здесь M представляет собой центральный угол, аналогичный средней аномалии, который находится через среднее движение n :

$$M = n \cdot \Delta t. \quad (3)$$

Получим выражения для топоцентрических радиус-векторов спутника ρ_1 , ρ_2 в моменты t_1 , t_2 :

$$\rho_1 = r_1 - R = \begin{bmatrix} a - R \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \rho_2 = r_2 - R = \begin{bmatrix} a \cos M - R \\ a \sin M \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Модули этих векторов равны:

$$\rho_1 = a - R, \quad \rho_2 = [a^2 - 2aR \cos M + R^2]^{1/2}, \quad (5)$$

а изменение топоцентрического радиус-вектора за время можно Δt выразить как

$$\Delta \rho = \rho_2 - \rho_1 = [a^2 - 2aR \cos M + R^2]^{1/2} - (a - R). \quad (6)$$

Введем в положение пункта наблюдений небольшие погрешности dX и dY , то есть теперь положение пункта выражается как

$$\mathbf{R}' = \begin{bmatrix} R + dX \\ dY \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Новые топоцентрические векторы будут равны

$$\rho'_1 = \mathbf{r}_1 - \mathbf{R}' = \begin{bmatrix} a - R - dX \\ -dY \end{bmatrix}, \quad (8)$$

$$\rho'_2 = \mathbf{r}_2 - \mathbf{R}' = \begin{bmatrix} a \cos M - R - dX \\ a \sin M - dY \end{bmatrix}, \quad (9)$$

а их модули

$$\rho'_1 = |\mathbf{r}_1 - \mathbf{R}'| = [(a - R - dX)^2 + dY^2]^{1/2} \quad (10)$$

$$\rho'_2 = |\mathbf{r}_2 - \mathbf{R}'| = \{[a \cos M - R - dX]^2 + (a \sin M - dY)^2\}^{1/2}. \quad (11)$$

Разложим выражения (10) и (11) в ряды Тейлора относительно dX и dY , ограничиваясь членами первого порядка:

$$\rho'_1 = \rho_1 - dX, \quad (12)$$

$$\rho'_2 = \rho_2 - dX (a \cos M - R) / \rho_2 - dY a \sin M / \rho_2. \quad (13)$$

Теперь разность новых топоцентрических дальностей будет равна

$$\Delta \rho' = \rho'_2 - \rho'_1 = \rho_2 - \rho_1 - dX (a \cos M - R) / \rho_2 + dX - dY a \sin M / \rho_2, \quad (14)$$

а изменение этой разности из-за погрешности во взаимных положениях пункта и орбиты будет равно

$$\nabla \Delta \rho = \Delta \rho' - \Delta \rho = -dX (a \cos M - R) / \rho_2 + dX - dY a \sin M / \rho_2 \quad (15)$$

В таблице 1 приводятся значения в изменении топоцентрической дальности в зависимости от погрешностей dX и dY , а также значения Δt . При расчетах было принято: большая полуось $a = 26560$ км, $R = 6378$ км, $n = 30^\circ/\text{час}$.

Таблица 1. Погрешности в разностях топоцентрических дальностей, вызванные ошибками во взаимном положении пункта и орбиты спутника (мм)

	$\Delta t = 10^s$	$\Delta t = 20^s$	$\Delta t = 30^s$	$\Delta t = 60^s$	$\Delta t = 600^s$
$dX = dY = 1$ м	2	4	6	15	124
$dX = dY = 10$ м	19	38	57	148	1211

Из таблицы видно, что во многих случаях влияние погрешностей координат не превосходит уровня шума Р-кодовых измерений (около 300 мм). Однако практическое использование предсказанных разностей дальностей встречается с несколькими трудностями. Выразим разности дальностей через

компоненты уравнений наблюдений псевдодальности P и фазы несущей Φ . Уравнения наблюдений возьмем в виде [1]:

$$P(t) = \rho(t, t - \tau) + I + T + dm + c[dt_r(t) - dt^s(t - \tau)] + c[d_r(t) + d^s(t - \tau)] + e, \quad (16)$$

$$\Phi(t) = \rho(t, t - \tau) - I + T + \delta m + c[dt_r(t) - dt^s(t - \tau)] + c[\delta_r(t) + \delta^s(t - \tau)] + \lambda[\phi_r(t_0) - \phi^s(t_0)] + \lambda N + \varepsilon. \quad (17)$$

Здесь t – отсчет по часам приемника r , τ – время прохождения сигнала от спутника s до приемника r , I – ионосферная задержка, T – тропосферная задержка, dm и δm – влияние многопутности, dt_r и dt^s – поправки часов приемника и спутника, d и δ – запаздывания в аппаратуре, $\phi_r(t_0)$, $\phi^s(t_0)$ – начальные фазы генераторов соответственно для приемника и спутника, λ – длина волны, N – неоднозначность фазы, e и ε – шумы измерений псевдодальности и фазы.

При образовании разностей между эпохами будут исключаться запаздывания в аппаратуре и, в уравнениях для фазы, естественно, начальная неоднозначность фазы и начальные фазы генераторов, то есть

$$\Delta P(t) = \Delta \rho(t, t - \tau) + \Delta I + \Delta T + \Delta dm + c[dt_r(t) - dt^s(t - \tau)] + \Delta e, \quad (18)$$

$$\Delta \Phi(t) = \Delta \rho(t, t - \tau) - \Delta I + \Delta T + \Delta \delta m + \Delta c[dt_r(t) - dt^s(t - \tau)] + \Delta \varepsilon. \quad (19)$$

В двухчастотных наблюдениях ионосферную задержку можно определить из уравнений (19) и исключить в обоих уравнениях. Влиянием многопутности и тропосферной задержки можно пренебречь. Далее, из уравнения (18) находится величина $\Delta \rho(t, t - \tau)$ и подставляется в (19). При этом исключается влияние ошибок часов спутника и приемника, но остается значительное влияние кодовой многопутности Δdm и шума измерений псевдодальностей Δe . Однако если использовать величину $\Delta \rho(t, t - \tau)$ вычисленную по элементам орбиты, то в этом случае определяющим будет влияние ошибок часов $\Delta c[dt_r(t) - dt^s(t - \tau)]$. Для часов спутника величина $\Delta c dt^s(t - \tau)$ прогнозируется на уровне 10^{-12} и на интервале в 30 секунд будет порядка 1 см. Но влияние ошибок хода часов приемника $\Delta c dt_r(t)$ может оказаться на 1 – 2 порядка больше [5].

Чтобы проверить правильность теории и расчетов, был проанализирован файл наблюдений, проведенных 27 июля 2010 г. на пункте ВІ01 метрологического полигона ПГЭ-СГГА приемником Legasy. Пункт, как и вся сеть полигона, был привязан к отсчетной основе ITRF с погрешностью не более 2 см. Исходный файл из фирменного формата был переведен в формат RINEX. 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 этом было принято: $c = 299792458$ м/с, $f_{L1} = 1575.42$ МГц, $f_{L2} = 1227.60$ МГц. При сравнении измеренных разностей Р-кодовых и фазовых

псевдодальностей потребовалась определить поправку часов приемника, ход и вариации хода. Сравнение показало, что их расхождение с разностями геометрических дальностей полностью определяется качеством часов приемника и имеет порядок имеет порядок шума Р-кодовых псевдодальностей, то есть около 0.2-0.3 м. К сожалению, значения поправок часов приемника не записываются в файл наблюдений, поэтому требуется определять поправку часов приемника из абсолютных определений по Р-коду.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии (том 1). – М.: Картгеоцентр; Новосибирск: Наука. – 2005. – 334 с.
2. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии (том 2). – М.: Картгеоцентр; Новосибирск: Наука. – 2006. – 360 с .
3. Interface Control Document ICD-GPS-200C. 10 Oct. 1993- 14 Jan. 2003 – 198 р. – Англ. – [Electronic resource]. – Режим доступа: www.navcen.uscg.gov/.../gps/icd200/default.htm.
4. Misra, P.N. Global Positioning System. Signals, Measurements and Performance [Text] / P.N. Misra, P. Enge – USA: Ganga-Jamuna Press. – 2001. – 390 р. – Англ.
5. Rizos, Ch. Principles and Practice of GPS Surveying [Electronic resource] / Ch. Rizos. – Version 1.1, September 1999.– Режим доступа: http://www.gmat.unsw.edu.au/snap/gps/gps_survey/ - Англ.

© К.М. Антонович, Н.С. Косарев, 2011

УДК 528.5

Д.Ш. Фаилова

АИ АН РУз, Ташкент, Узбекистан

Э.Р. Мирмахмудов

НУУ, Ташкент, Узбекистан

ПОСТРОЕНИЕ БАЗОВОЙ ЛИНИИ КИТАБ – ТАШКЕНТ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ УЗБЕКИСТАНА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ GPS-ИЗМЕРЕНИЙ

В статье рассматриваются вопросы построения опорного геодинимического базиса спутниковой сети Узбекистана, развития современных пакетов программ обработки высокоточных измерений. Данные международных станций GPS в Китабе и Ташкенте были использованы для обоснования и интерпретации физических причин вековых и периодических изменений координат пунктов, разработки и исследования кинематических моделей, которые описывают изменения координат пунктов земной поверхности.

D.Sh. Fazilova

Astronomical Institute of Uzbek Academy of Sciences

33 Astronomicheskaya, Tashkent, 100052, Uzbekistan

E.R. Mirmakhmudov

National University of Uzbekistan, Vuzgorodok, Tashkent, 100174, Uzbekistan

CONSTRUCTION OF UZBEKISTAN GEODETIC NETWORK BASELINE ON BASE GPS MEASUREMENTS

In the article the questions of construction of baseline of Uzbekistan geodetic network and development of modern packages of software of processing of the high-accuracy measurements are considered. Data of two GPS stations in Uzbekistan (Kitab and Tashkent) are taken into consideration for research of kinematical characteristics of reference points.

Как известно, земная поверхность постоянно подвергается воздействиям разнообразных факторов, которые влекут за собой смещения и деформации земной поверхности, вариации координат находящихся на ней пунктов государственной геодезической сети (ГГС). Существующая государственная геодезическая сеть (плановая основа) и государственная нивелирная сеть (высотная основа) Республики Узбекистан являются фрагментом общей Государственной Геодезической Сети (ГГС) на территории Содружества Независимых Государств (СНГ). Геодезические и геофизические подразделения Узбекистана используют до настоящего времени топографические карты системы СК42, которые обновлялись в 80-е годы. Однако, государственная

геодезическая сеть, если ее систематически не обновлять и не совершенствовать, постепенно стареет, утрачивает часть пунктов, теряет точность в отдельных ее частях, особенно из-за современных движений земной коры. Территория Узбекистана является деформационно-активной как для горизонтальных, так и для вертикальных движений не только с точки зрения тектонической деформации, но и подвержена сильным деформациям из-за атмосферных нагрузок и влажности почвы. Основные формы рельефа территории Узбекистана, как и всей территории Средней Азии, созданы мощными тектоническими движениями, начавшимися в конце палеогена (30-40 млн. лет тому назад). Территория Узбекистана занимает центральную часть Средней Азии и расположена в области перехода от горных сооружений Тянь-Шаня к Туранской платформе. Эта переходная область характеризуется неоднородными проявлениями сейсмичности, обусловленной сложным геодинамическим взаимодействием нескольких крупных литосферных плит - Европейской, Азиатской, Иранской, Индийской и Китайской. Недавние исследования динамики земной коры в Тянь-Шане с помощью GPS-измерений, выполненные немецкими и американскими учеными совместно с российскими, узбекскими, казахскими и киргизскими коллегами подтвердили картину горизонтальных перемещений земной поверхности (включая и вращения геоблоков). Результаты GPS-измерений подтвердили, что на территории Узбекистана движения земной коры достигают 2-3 см/год и связаны, в том числе, и с землетрясениями [1]. Поэтому, спустя почти 65 лет с момента окончания измерительной работы (в конце 1946 г.) до текущего момента пункты ГГС Узбекистана могли сместиться от 1 до 2 м. Государственная геодезическая сеть предназначена для решения задач, имеющих практическое, научное и оборонное значение. Поэтому, топографическая основа карт не удовлетворяет современным требованиям геодинамики.

Для выявления этого смещения необходимо решать определенные задачи, включающие в себя создание каталогов координат, опорных геодинамических пунктов. Благодаря своей высокой точности при определении координат, всепогодному свойству, оперативности при планировании, и выполнении, и возможности реализации геодезических работ на большом расстоянии, спутниковые методы играют крайне важную роль в геодинамике, в исследованиях деформаций и современных движений земной коры. Геодезическое использование GPS, DORIS и радиоинтерферометров с большой базой позволяет по-новому решить задачи установления исходных геодезических дат Республики Узбекистана, геодезического обоснования картографирования отдельных участков территории Узбекистан, установление геодезических связей между различными референц-системами координат, изучение движения микроплит и другие задачи, связанные с народным хозяйством. Такие понятия как «общий земной эллипсоид», «общая земная система координат», «эллипсоид Узбекистана» и «инерциальная система координат» прочно заняли место в повседневной практике геодезических служб Узбекистана. К системе координат предъявляются следующие требования:

1. Стабильность системы во времени и возможность установления ее связи с инерциальной системой на любую эпоху с помощью простых операторов.

2. Возможность упрощений в представлении геогравитационного потенциала.

В связи с этим наиболее перспективными задачами топографо-геодезических подразделений Республики Узбекистан в области геодинамики и сейсмологии является построение геодинимической сети на базе GPS, DORIS, ГЛОНАСС-технологий, создание службы фундаментального координатно-временного обеспечения и развитие современных пакетов программ обработки высокоточных измерений. Государственный комитет Республики Узбекистан по земельным ресурсам, геодезии, картографии и государственному кадастру совместно с исследовательскими институтами Республики в настоящее время реализует проект построения Государственной спутниковой геодезической сети. Она формируется по принципу перехода от общего к частному. В ходе совершенствования национальной сети предусмотрено создание: системы референчных пунктов (РГП), спутниковой сети 0-го класса (СГС-0), спутниковой сети 1-го класса (СГС-1) [2]. В связи с этим разработка и исследование метода по выявлению и учету влияния геодинимических факторов с целью повышения точности и стабильности геодезической координатной основы Узбекистана представляет собой весьма важную и актуальную задачу. Поставленная цель может быть достигнута за счет решения следующих основных задач: выявление векового тренда и скрытых периодичностей в амплитудно-временных рядах станций сети IGS, обоснование и интерпретация физических причин вековых и периодических изменений координат пунктов, разработка и исследование кинематических моделей, которые описывают изменения координат пунктов земной поверхности, формулировка предложения по повышению точности геодезической координатной основы Узбекистана. В связи с этим разработка и исследование метода по выявлению и учету влияния геодинимических факторов с целью повышения точности и стабильности геодезической координатной основы Узбекистана представляет собой весьма важную и актуальную задачу. Однако в настоящее время на территории Узбекистана нет реальных данных, необходимых для решения поставленной задачи. Поэтому, в ходе ее решения предлагается использовать реальные топоцентрические координаты станций Международной службы GPS для геодинамики (IGS) в Китабе и Ташкенте. Высокие точность и частота обновления координат IGS-станций позволяют обнаружить и выявлять во временных рядах, образуемых этими значениями координат, закономерности изменений координат, которые вызваны внешними факторами (движение литосферных плит, сезонные и приливные факторы). На сегодняшний день эти станции являются единственными опорными точками в данном регионе и служат как опорные не только для глобальной спутниковой сети, но и для многих региональных проектов. Станции Китаб и Ташкент включены как опорные точки также и в спутниковую сеть Узбекистана и являются пока

единственными оперативными непрерывно работающими станциями в данном регионе на сегодняшний день. В настоящее время Ташкентская и Китабская обсерватории представляют собой уникальные, с точки зрения координатно-временного обеспечения и прикладных проблем геодинамики, полигоны республиканского значения.

С 1920 года и по настоящее время исходными пунктами Китабской и Ташкентской обсерватории являются:

$$\varphi = 39^{\circ} 08' 01.0'', \lambda = 68^{\circ} 19' 42.1'' \text{ (Китаб)}$$

$$\varphi = 41^{\circ} 10' 05.5'', \lambda = 68^{\circ} 19' 42.1'' \text{ (Ташкент)}$$

на эллипсоиде Красовского.

Последующие определения координат на территории обсерваторий выполнены с GPS-приемниками. Первые предварительные значения геоцентрических координат GPS-пунктов были получены в 1996г. сотрудниками GFZ (Германия) с целью сравнения координат пункта различными методами. Во время этих измерений, помимо основной задачи, с помощью GPS аппаратуры произведена дифференциальная привязка к центру лазерной локации. Наличие общих точек позволяет вычислить элементы связи обеих локальных систем и приводить результаты наблюдений любого инструмента обсерватории как к одному, так и к другому полюсу, а также вычислить геоцентрические координаты наблюдательных пунктов. Результатом вышеописанных GPS - наблюдений на сегодняшний день являются средние значения геоцентрических координат Китаба и Ташкента. Их абсолютная погрешность, по имеющимся наблюдательным данным (в рамках кратковременных кампаний), не превышает 5см. Интересно сопоставить геодезические координаты марки GPS, полученные традиционными в системе координат 1942 года:

$$\varphi = 39^{\circ} 07' 59'', \quad \lambda = 4^{\text{h}} 27^{\text{m}} 31^{\text{s}}.8, \quad H = 657\text{м}$$

и современными методами в системе координат ITRF-93 (эллипсоид WGS-84):

$$B = 39^{\circ} 08' 05'', \quad L = 66^{\circ} 53' 07^{\text{s}}.6, \quad H = 622\text{м}$$

Из реперов и марок, имевшихся на территории Ташкентской обсерватории, сохранились стенной репер башни Нормального астрографа и часть рабочих точек топографических столбов, выполняющие роль калибровки личных разностей, а также репер вблизи Зенит-телескопа Бамберга в Китабе.

Для решения задач анализа временных рядов (отделение сигнала от шума, анализ детерминированной составляющей, фильтрация ряда) в настоящее время существует большое число методов, такие как регрессионный анализ, методы сезонной декомпозиции, анализ Фурье, различные методы сглаживания. К их общим недостаткам можно отнести необходимость задания явной параметрической модели тренда и требование стационарности остатка. В данной работе для анализа кинематических характеристик проведена фильтрация спутниковых (GPS, DORIS) данных пунктов Китабской станции за период 1994-2000 гг. с помощью метода анализа временных рядов «Гусеница», разработанного в России [3]. Сравнение полученных результатов для различных техник приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сезонные характеристики спутниковых станций GPS и DORIS в Китабе

	GPS		DORIS	
	Период, месяцев	Амплитуда,мм	Период, месяцев	Амплитуда,мм
В	11.5	6	14	9
L	5.8	4	1.5	9.2
H	3.6	4	13.44	10

Нами сделан предварительный вывод, что данные DORIS станции хорошо согласуются с классическими результатами, полученными по данным международной службы широты в Китабе ранее и позволяют с большей точностью решать задачу исследования собственного движения станции и определения короткопериодических вариаций гравитационного потенциала Земли на более коротких интервалах времени.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Abdrakhmatov K.Ye, Aldazhanov S.A., Hamburger M.W., Herring T.A., Kalabaev K.B., Makarov V.I., Molnar P., Panasyuk S.V., Prilepin M.T., Reilinger R.E., Sadybakasov I.S., Souter B.J., Trapeznikov Yu.A., Tsurkov V.Ye., Zubovich A.V. Relatively construction of the Tien Shan inferred from GPS measurements of present day crustal deformation rates. Nature, Vol 384, December, 1996.450-457.
2. 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.
3. Данилов Д.Л., Жиглявский А.А. Главные компоненты временных рядов:метод «Гусеница» [Текст]/Д. Л. Данилов// Сб.СПбГУ, 1997 , 308 с.

© Д.Ш. Фаилова, Э.Р. Мирмахмудов, 2011

УДК 629.783:528.2

А.Г. Прихода, А.П. Лапко, С.О. Шевчук, Г.И. Мальцев

ФГУП «СНИИГГиМС», Новосибирск

НАВИГАЦИОННО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛОБАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ ГЛОНАСС И GPS

В статье рассмотрены исследования отечественной и зарубежной двухсистемной ГЛОНАСС/GPS аппаратуры в различных условиях приёма сигнала в статическом и кинематическом режимах.

A.G. Prihoda, A.P. Lapko, S.O. Shevchuck, G.I. Malcev

Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Raw Materials (SNIIGGiMS)

67 Krasniy Prospekt, Novosibirsk, 630108, Russian Federation

NAVIGATION AND GEODETIC MAINTENANCE OF GEOLOGIC AND GEOPHYSICAL WORKS WITH THE USE OF GLOBAL SATELLITE SYSTEMS GLONASS AND GPS

The article deals with domestic and foreign two-system GLONASS/GPS receivers in various environments in static and kinematic modes are considered.

Федеральный закон о навигационной деятельности от 14 февраля 2009 г. № 22-ФЗ, предписывает с 1 января 2011 г. проведение геодезических и кадастровых работ техническими средствами и системами, функционирование которых обеспечивается российской навигационной системой ГЛОНАСС.

В настоящее время в орбитальной группировке ГЛОНАСС-М активно функционирует 21 навигационный искусственный спутник Земли (по состоянию на 28 февраля 2011 [1]). 26 февраля 2011г. был запущен новый модифицированный навигационный спутник ГЛОНАСС-К.

Разработкой и производством спутниковой навигационной аппаратуры потребителей с использованием передового зарубежного опыта и ориентацией на российскую действительность занимаются: ОАО РИРВ (СГА «Геодезия», «Изыскания», «ГККС»), ОАО Ижевский радиозавод (МНП-М5, МНП-М7), КБ НАВИС (Навиор-14, Бриз-КП) и другие.

Были проведены исследования со спутниковой геодезической аппаратурой «Геодезия», ГККС, NovAtel DL-V3, Leica Viva GS10, Sokkia GSR 1700 CSX. Все перечисленные приёмники являются двухсистемными, и принимают сигналы как американской системы GPS, так и отечественной ГЛОНАСС.

Целью испытаний ставился поиск наиболее оптимального комплекса геодезической аппаратуры для выполнения работ по геодезическому

обеспечению геолого-геофизических исследований и создания соответствующей технологии.

Исследования проводились на пунктах отраслевого геодезического полигона ФГУП «СНИИГГиМС», расположенных в различных условиях залесённости, что позволило смоделировать как благоприятные, так и наиболее близкие к реальным внешние условия выполнения работ, а также были проведены исследования в кинематическом режиме в новосибирском сельском районе.

Характеристики исследуемой аппаратуры приведены в табл. 1.

Таблица 1. Характеристики исследуемой аппаратуры

Наименования характеристик		СГА «Геодезия»	SOKKIA GSR 1700 CSX	ГККС	NovAtel DL-V3	Leica Viva GS10
Общие						
Тип приёмника		Одночастотный	одночастотный	двухчастотный	двухчастотный	двухчастотный
Страна-производитель		Россия	Канада, Япония	Россия	Канада	Швейцария, Россия
Точность						
Статика	в плане, мм	5 + 1 мм/км	5 + 1 мм/км	Нет данных	5 + 1 мм/км	3 + 0,5 мм/км
	по высоте, мм	10 + 2 мм/км	8 + 2 мм/км			6 + 0,5 мм/км
Быстрая статика	в плане, мм	5 + 1,5 мм/км	5 + 1 мм/км	10 + 1,5 мм/км	5 + 1 мм/км	5 + 0,5 мм/км
	по высоте, мм	10 + 2 мм/км	10 + 2 мм/км	20 + 2 мм/км		10 + 0,5 мм/км
Кинематика	в плане, мм	20 + 2 мм/км	10 + 1 мм/км	10 + 1,5 мм/км	5 + 1 мм/км	10 + 1 мм/км
	по высоте, мм	20 + 2 мм/км	12 + 2 мм/км	20 + 2 мм/км		20 + 1 мм/км
Количество отслеживаемых спутников						
Каналы	Всего	16	28	36	72	120
	GPS	Произвольно (только L1)	14 L1	Произвольно (только L1,L2)	14 L1, 14 L2, 6 L5	16 L1, 16 L2, 16 L5
	ГЛОНАСС		12 L1		12 L1, 12 L2	14 L1, 14 L2
	SBAS	Нет данных	2	Нет данных	2	4
Условия эксплуатации и хранения						
Температура, °C	рабочая	-30..+50	-40..+65	-30..+55	-40..+75	-40..+70
	хранения	-40..+55	-40..+85	-40..+50	-50..+95	-55..+85
Влажность		До 93% при t = 25°C	100% с конденсатом	До 93% при t = 25°C	До 95% без конденсации	До 100%
Пыле- и влагозащита		Нет данных	IP67	Нет данных	IP67	IP67
Прочие характеристики						
Масса устройства (с батареей), кг		2,0	0,672	2,2	1,3	1,2
Встроенная память, Мб		3,5	64	64	64	1024
Энергопотребление, Вт		Не более 5	Не более 5	Не более 30	3,5	3,2

Исследования проводились в дифференциальном режиме с постобработкой. Базовые станции (БС) при работе в дифференциальном режиме устанавливались на здании института (пункт «Потанинский»). Расстояние между базовой и мобильной станцией (МС) составляло от 12 до 25 км. Кроме того, исследовалась возможность совместного использования различных систем (ГККС + «Геодезия»; Leica GS10 + Novatel DL-V3; Sokkia + NovAtel DL-V3).

Условия приёма сигнала были разделены на три группы – открытая местность, полузакрытая, закрытая. При этом учитывалась высота объектов, закрывающих радиогоризонт, их плотность и расположение [2]. Сеансы статических наблюдений имели продолжительность от 20 мин до одного часа, в зависимости от величины базисной линии (расстояния между базовой и мобильной станцией) и условий приёма спутниковых сигналов. На каждом пункте в общей сложности было проведено не менее 10 сеансов в разные дни и время суток. Оценка точности выполнялась сравнением известных координат пунктов и полученных в результате наблюдений.

Обработка измерений проводилась в программных комплексах NovAtel Waypoint GrafNav (для приёмников Leica, NovAtel и Sokkia) и в BL-L/G (для отечественных приёмников – ГККС и «Геодезия»). Изначально, обработка всех измерений планировалась в программе GrafNav, однако формат данных отечественной аппаратуры «Геодезия» и ГККС в ней не поддерживался.

Результаты статических исследований в открытой, полузакрытой и закрытой местности приведены в таблице 2.

Таблица 2. Оценка точности результатов статических наблюдений в различных условиях радиовидимости спутниковых сигналов

Тип местности	Базовая станция (БС)	Мобильная станция (МС)	СКП		
			m _x , м	m _y , м	m _h , м
открытая	«Геодезия»	«Геодезия»	0,012	0,012	0,043
	ГККС	«Геодезия»	0,010	0,011	0,083
	Sokkia GSR 1700 CSX	Sokkia GSR 1700 CSX	0,011	0,005	0,034
	Leica GS10	Leica GS10	0,003	0,013	0,072
	Leica GS10	NovAtel DL-V3	0,006	0,010	0,141
полузакрытая	«Геодезия»	«Геодезия»	5,622	4,691	3,590
	Sokkia GSR 1700 CSX	Sokkia GSR 1700 CSX	0,082	0,076	0,188
	Leica GS10	Leica GS10	0,044	0,073	0,102
	Leica GS10	NovAtel DL-V3	0,098	0,068	0,513
закрытая	«Геодезия»	«Геодезия»	9,752	6,851	6,788
	Sokkia GSR 1700 CSX	Sokkia GSR 1700 CSX	2,183	0,708	2,254
	Leica GS10	Leica GS10	2,239	0,487	2,411
	Leica GS10	NovAtel DL-V3	2,270	0,787	3,022

Из таблицы видно, что в полузакрытой и закрытой местности точность определения координат понижается до дециметров и метров соответственно из-за затухания и переотражения (многопутности) спутниковых сигналов, причём отечественная аппаратура в силу менее продвинутых технических и программных решений выдаёт точность почти на порядок ниже.

Кроме дифференциального режима обработки, требующего наличия двух приёмников (базы с известными координатами и мобильного приёмника), был рассмотрен современный алгоритм обработки Point Precision Positioning, основанный на применении файлов точных эфемерид, часов и модели ионосферы, получаемых через Internet. Этот метод в полной мере реализован в программе WayPoint GrafNav и, по словам разработчиков, позволяет добиться сантиметрового режима для измерений в режиме статики и дециметрового – при кинематических измерениях [3, 4].

Данный метод обработки может применяться только для двухчастотной аппаратуры, что ограничивает возможность его применения.

Файлы эфемерид и часов появляются на серверах международной службы глобальных навигационных спутниковых систем (IGS – International GNSS Service) с задержкой. Доступ к ним бесплатный (кроме поправок, которые можно заказать для получения в реальном времени).

С задержкой до 15 минут можно получать для спутников системы GPS точные эфемеридные данные (СКП орбит 5 см, времени 3 нс), ещё более точные – с задержкой 3 часа (3 см, 0,15 нс) и с задержкой 17 часов (2,5 см, 0,075 нс); окончательные данные (2,5 см, 0,075 нс) с задержкой до 21 суток [5].

Для спутников ГЛОНАСС данные доступны с задержкой 14-21 день в виде эфемерид с СКП орбит 5 см.

В таблице 3 приведены задержки и типы данных поправок.

Таблица 3. Типы и время получения PPP-поправок сервиса IGS[6]

Период		Наименование продукции IGS		Задержка появления	
От	До	Орбиты	Поправки к часам	От	Задержка
2 января 1994	28 октября 2000	Окончательные (Final)	Окончательные (Final)	-	
29 октября 2000	21 сутки до текущей даты	Окончательные (Final)	Окончательные (Final)	-	
21 сутки до текущей даты	Текущая дата	Окончательные (Final)	Окончательные (Final)	Конец текущих суток	14-21 сутки
Начало текущих суток	Конец текущих суток	Быстрые (Rapid)	Быстрые (Rapid)	Конец текущих суток	17 часов
Начало текущих суток	Конец текущих суток	Ультра (Ultra)	Ультра (Ultra)	Конец текущих суток	3 часа
Начало текущих суток	Данный момент	Ультра (Ultra)	Ультра (Ultra)	Начало текущих суток	15 минут

В программе WayPoint GrafNav не доступны файлы Ультра-поправок, то есть обработку данных по алгоритму PPP можно выполнять только через 17 часов после окончания текущих суток (то есть через одни-двое суток с момента окончания измерений). Точность обработки данных по алгоритму PPP зависит

главным образом от времени наблюдений. В таблице показаны результаты часовых сеансов.

Оценка точности результатов обработки спутниковых измерений по файлам как быстрых, так и окончательных поправок приведена в таблице 4.

Как видно из таблицы, по PPP-поправкам в результате обработки автономных измерений, в открытой и полузакрытой местности можно достигнуть дециметровой точности. При этом различия в результатах обработки по быстрым и окончательным файлам часов и эфемерид оказались незначительны в сравнении с величинами самих погрешностей.

При испытаниях аппаратуры в режиме кинематики, частота записи эпох в мобильном приёмнике была установлена 20 Гц.

Целью данных исследований являлась оценка точности определения местоположения по внутренней сходимости.

Для получения качественного и надёжного решения по данным поправкам необходимо, чтобы продолжительность сеанса измерений была не менее 30 минут в кинематическом режиме [4].

Таблица 4. Оценка точности измерений, обработанных по алгоритму PPP

Тип местности	Приёмник	Тип поправок	СКП		
			m_x , м	m_y , м	m_z , м
открытая	Leica GS10	Быстрые (Rapid)	0,003	0,381	0,399
		Окончательные (Final)	0,004	0,367	0,398
	NovAtel DL-V3	Быстрые (Rapid)	0,025	0,239	0,377
		Окончательные (Final)	0,028	0,234	0,377
полузакрытая	Leica GS10	Быстрые (Rapid)	0,009	0,369	1,225
		Окончательные (Final)	0,008	0,366	1,226
	NovAtel DL-V3	Быстрые (Rapid)	0,024	0,345	0,906
		Окончательные (Final)	0,023	0,344	0,906
закрытая	Leica GS10	Быстрые (Rapid)	1,861	0,446	0,822
		Окончательные (Final)	1,860	0,440	0,821
	NovAtel DL-V3	Быстрые (Rapid)	2,672	1,012	3,639
		Окончательные (Final)	2,672	1,011	3,633

Для сравнения, оценка точности выполнялась для трёх типов данных: обработанных по алгоритму PPP; дифференциальным методом (базовая станция Leica GS10 на п. «Потанинский»); абсолютным методом измерений (без постобработки). Для последних, точность в соответствии с паспортом аппаратуры NovAtel должна составлять 1,5 м.

Таблица 5. СКП определения приёмником NovAtel DL-V3 местоположения по внутренней сходимости в режиме непрерывной кинематики с инициализацией

Метод обработки	СКП, м		
	Трек 1	Трек 2	Трек 3
Без постобработки	0,422	0,577	0,470
Метод PPP	0,368	0,531	0,407
Дифференциальный метод	0,405	0,231	0,337

Данная точность, однако, характеризует внутреннюю сходимость решений, при этом, разница в координатах точек треков, полученных в результате обработки разными методами составляет до 2 метров и характеризуется систематическим сдвигом на Север, что показано на рисунке 1. При этом, т.к. БС работала с частотой записи 1 Гц, количество обработанных по дифференциальному методу эпох в 5 раз меньше.

По результатам проведённых исследований, можно сделать следующие выводы и рекомендации:

В открытой местности проверенные типы аппаратуры потребителя ГЛОНАСС/GPS удовлетворяет заявленным точностным характеристикам.

В полужакрытой местности точности понижаются за счёт дополнительной погрешности многопутности. Отечественная спутниковая геодезическая аппаратура «Геодезия» при этом позволяет получить только кодовое (3-5 м) решение, в то время как остальные образцы испытуемой аппаратуры за счёт применяемых в них программных и аппаратных решений, имеют фазовое решение дециметрового уровня точности.

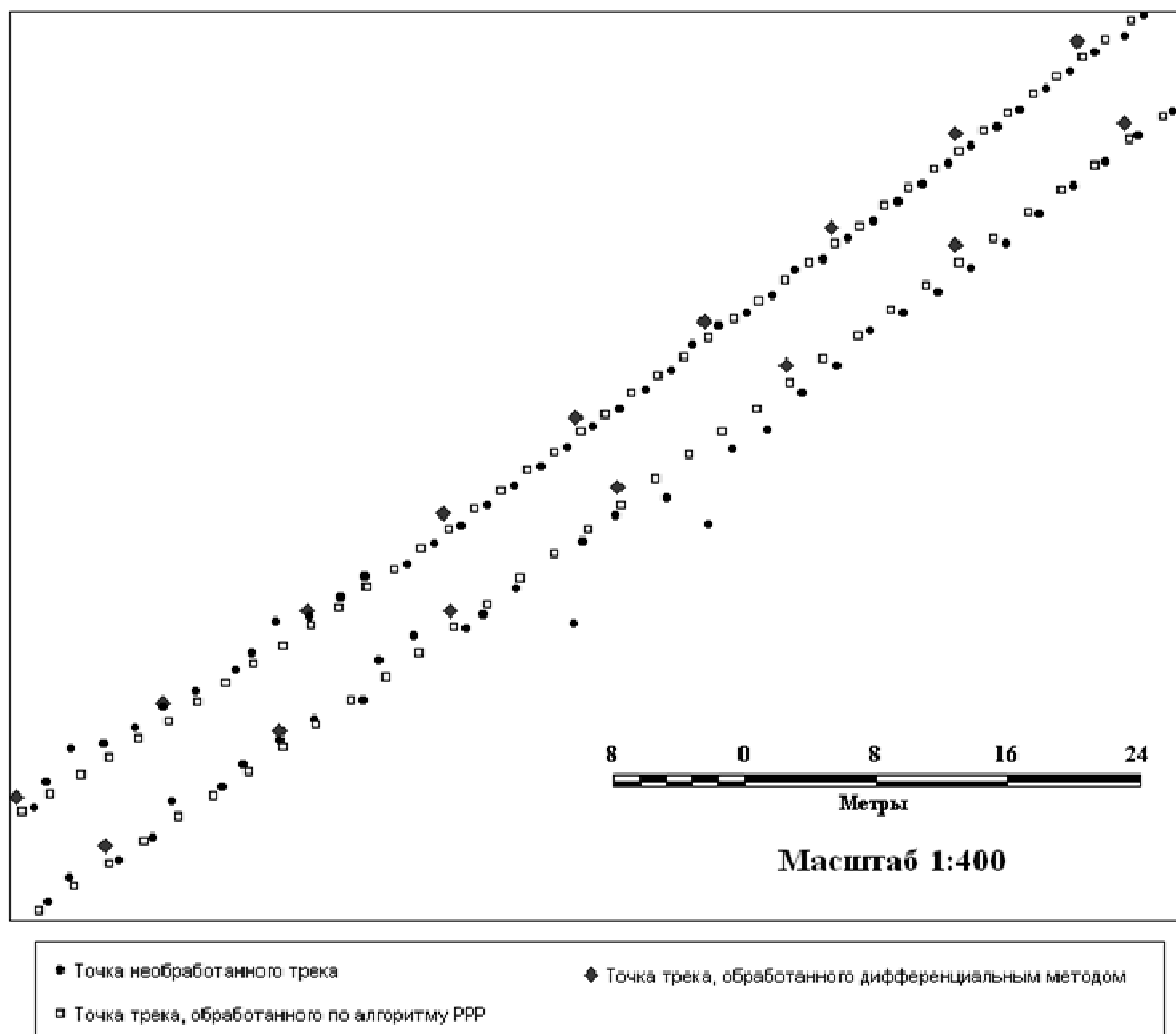


Рис. 1. Точки трека, обработанного различными методами

В закрытой местности зарубежная аппаратура выдаёт плавающие решения с точностью первых метров. Точность решений отечественной аппаратуры понижается до 7-9 метров.

Программный комплекс WayPoint GrafNav позволяет получить дециметровый уровень точности при обработке автономных измерений, причём разница между типом поправок (быстрых и окончательных) незначительна. Данный метод требует выхода в сеть Internet и может значительно удешевить исследования за счёт отсутствия необходимости наличия БС с известными координатами.

В кинематическом режиме, точность также находилась на дециметровом уровне, как при обработке дифференциальным, так и методом PPP, между которыми наблюдается систематическая погрешность. Дальнейшие кинематические испытания помогут выявить причину и получить истинные погрешности.

Важно отметить отставание отечественной аппаратуры в техническом плане, а также по уровню исполнения ПО.

В целом, можно сказать, что в данный момент существует аппаратура потребителя ГЛОНАСС/GPS зарубежного производства, подходящая по своим техническим и точностным характеристикам для геодезического обеспечения геолого-геофизических работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральное космическое агентство Информационно-аналитический центр [Интернет-ресурс] / Режим доступа: www.glonass-ianc.rsa.ru
2. GPS-технология геодезического обеспечения геологоразведочных работ [Текст]: – Метод. рекомендации / ред. А.Г. Прихода.– Новосибирск: СНИИГГиМС, 2008.– 274 с.: прил. 5.
3. Новости NovAtel [Интернет-ресурс] / GPScom – спутниковые и инерциальные системы позиционирования – Режим доступа: http://www.gpscom.ru/content/img/images/2007/4/img/s_new_rus_mar07.pdf.
4. Airborne Precise Point Positioning (PPP) in GrafNav 7.80 with Comparisons to Canadian Spatial Reference System (CSRS) Solutions [Интернет-ресурс] / IGS Tracking Network – Англ. – Режим доступа: <http://www.novatel.com/assets/Documents/Waypoint/Reports/PPPReport.pdf>.
5. Б.Б. Серапинас. Глобальные системы навигации и позиционирования. Геопрофи. 2010. №2. – С. 60-63.
6. IGS Data & Products [Интернет-ресурс] / IGS Tracking Network – Англ. – Режим доступа: <http://igsb.jpl.nasa.gov/components/prods.html>.

© А.Г. Прихода, А.П. Лапко, С.О. Шевчук, Г.И. Мальцев, 2011

УДК 528.34:629.783

Е.Г. Гиенко, А.П. Решетов, А.А. Струков

СГГА, Новосибирск

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ НОРМАЛЬНЫХ ВЫСОТ И УКЛОНЕНИЙ ОТВЕСНОЙ ЛИНИИ НА ТЕРРИТОРИИ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ С ПОМОЩЬЮ ГЛОБАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ГЕОИДА EGM2008

Приводятся результаты вычисления нормальных высот и уклонов отвесной линии с помощью глобальной модели геоида EGM2008 на локальной области. Выполнено сравнение полученных величин с данными астрономических определений и геометрического нивелирования, сделаны выводы о точности глобальной модели и предложена методика ее использования на локальной области.

Ye.G. Giyenko, A.P. Reshetov, A.A. Strukov

SSGA, Novosibirsk

RESEARCH OF NORMAL HEIGHT AND VERTICAL DEVIATION DETERMINATION ACCURACY ON NOVOSIBIRSK REGION TERRITORY BY THE GLOBAL MODEL OF GEOID EGM2008

The results of normal heights and vertical deviations calculations in the local domain by the global geoid EGM2008 model are given. The received values have been compared with astronomic observations and geometric leveling data. The conclusion has been made on the global model accuracy and the technique for its application in the local domain is offered.

В 2008 году были опубликованы данные о новой глобальной модели геоида EGM2008 с улучшенными характеристиками по точности определения гармонических коэффициентов геопотенциала, построенной по наземным гравиметрическим данным и измерительной информации спутниковой системы GRACE [1]. В результате вывода этой модели получен полный набор гармонических коэффициентов геопотенциала до 2160-й степени. В публикациях, посвященных анализу данной модели, отмечается, что ее создание явилось значительным шагом вперед в плане уточнения глобальных моделей гравитационного поля Земли. Влияние погрешностей гармонических коэффициентов EGM2008 на точность вычисления высот квазигеоида и уклонов отвесных линий (УОЛ), в целом по Земле оценивается средними квадратическими погрешностями на уровне 11 см и 1" соответственно [2].

Для исследования точности модели в качестве контрольных данных могут использоваться спутниковые координатные определения, геометрическое нивелирование и астрономические определения. По оценкам разработчиков,

стандартные отклонения расхождений модельных высот геоида с данными спутниковых определений и геометрического нивелирования составляют для континентальной части США (4200 пунктов) 7,1 см, для Австралии (534 пункта) – 26,6 см; стандартные отклонения расхождений УОЛ с астрономо-геодезическими данными для территории США (3561 пункт) и Австралии (1080 пунктов) – от 1,1" до 1,3" [3, 4].

Специалистами компании «Кредо-Диалог» проведен анализ модели EGM2008 на территории Беларуси. По результатам сравнения высот квазигеоида, вычисленных по модели EGM2008 и полученных геометрическим методом в 196 пунктах, жестко связанных с опорными пунктами сети ITRF, точность тестируемой модели оказалась достаточно высокой – на уровне СКП (случайной составляющей расхождений) около 5 см, что примерно в 4 раза меньше в сравнении с моделью EGM96 [5].

Непоклоновым В.Б. показано в [4], что расхождения модельных высот геоида и высот, полученных геометрическим методом, характеризуются СКП 19 см на европейской части России (42 пункта), и 21 см в Европе (67 пунктов). Здесь же приведено сравнение модельных значений УОЛ с данными, полученными по цифровым моделям, созданным с использованием гравиметрических карт масштаба 1:200000 в четырех районах, три из которых расположены в центральной части России, а четвертый – в Охотском море (аномальный район). Расхождения в УОЛ характеризуются следующими СКП: по $\square$ – от 1,22" до 1,61", и по $\square$ – от 0,65" до 0,99". Также в работе [4] отмечается необходимость проведения дальнейших испытаний модели, в частности, сравнения модели EGM2008 с астрономо-геодезическими определениями УОЛ на территории России и сопредельных государств.

Задачами настоящих исследований являлись 1) оценка точности определения высот квазигеоида и составляющих астрономо-геодезических УОЛ с использованием глобальной модели геоида EGM2008 на территории Новосибирской области (НСО), 2) рассмотрение возможностей и особенностей использования глобальной модели геоида для спутникового нивелирования.

В качестве исходных данных были взяты результаты спутниковых координатных определений более чем 200 пунктов, расположенных на территории НСО в рамках развития геодезической сети активных базовых станций (ГС АБС)* [6, 7]. Средние квадратические погрешности геодезических высот из уравнивания спутниковой сети находятся в интервале от 1,5 см до 3,1 см, в среднем – 1,8 см. Нормальные высоты этих пунктов получены из геометрического нивелирования 1-4 классов. Кроме того, контрольными данными для получения астрономо-геодезических УОЛ являлись результаты астрономических определений на пяти пунктах НСО.

Для исследований использовалась цифровая модель EGM2008 в виде массива значений высот геоида на всю Землю с шагом 2,5', адаптированная для

* Госконтракт ГК-И/К-10-27. Заказчик: Департамент науки, инноваций, информатизации и связи Новосибирской области. Подрядчик: ГОУ ВПО “Сибирская государственная геодезическая академия”

системы координат и эллипсоида WGS-84 [1]. Эта модель была включена в массив моделей геоида в ПО Trimble Geomatic Office (TGO) и выбрана при установлении системы координат проекта.

На первом этапе испытаний для нескольких точек были обнаружены грубые ошибки в высоте (расхождения между вычисленными по модели и измеренными нормальными высотами – от 1,5 м до 4 м). Эти ошибки вызваны разными причинами (ошибки измерения или записи высоты антенны, измерение геодезической и нормальной высоты относительно разных точек пункта, ошибки выписки нормальных высот из каталога и пр.), которые не всегда удается обнаружить; применение глобальной модели геоида позволяет это сделать.

После исключения пунктов, содержащих грубые ошибки, были вычислены нормальные высоты, а также неизбежное систематическое смещение по высоте геоида, задаваемого моделью, относительно квазигеоида, определяемого нормальными высотами. Средняя по всей области величина смещения – 0,430 м; стандартное отклонение – 0,087 м, что не превышает аналогичной величины в глобальном масштабе. На рисунке 1 показаны изолинии разностей вычисленных по модели и измеренных нормальных высот на территорию НСО. Кроме систематического смещения наблюдается наклон поверхности преимущественно в северо-восточном направлении.

Величина смещения по высоте, а также остаточные наклоны геоида к эллипсоиду в плоскостях меридиана и первого вертикала определяются методом полиномиальной аппроксимации по результатам измерений в общих точках в любом программном обеспечении обработки спутниковых измерений, в том числе в ПО TGO – здесь данная процедура называется “калибровка”.

Показателем качества выполнения “калибровки” является средняя квадратическая

погрешность определения высоты, вычисленная как по невязкам в общих точках, так и по невязкам в контрольных точках, не участвующих в аппроксимации. Последняя оценка более надежна. Контрольные точки располагаются как внутри, так и вне области аппроксимации. Размеры локальной области для наилучшего решения подбираются опытным путем.

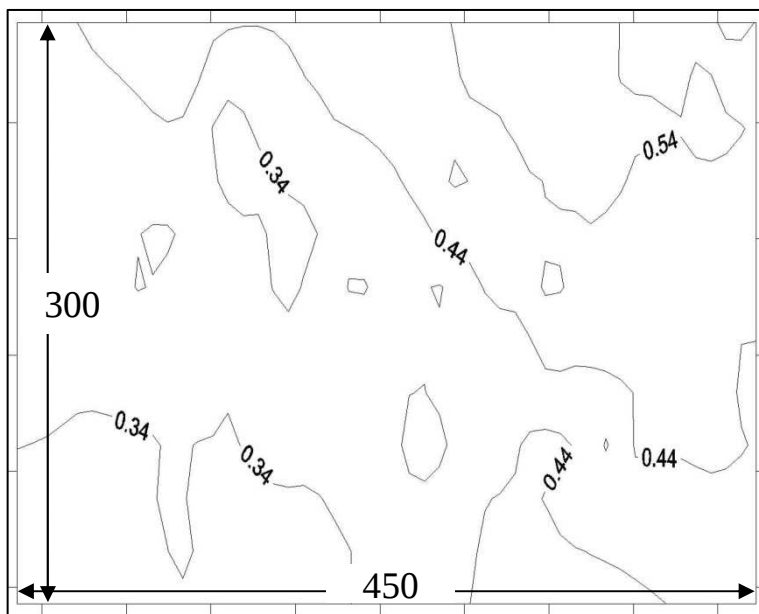


Рис. 1. Изолинии разностей вычисленных по модели EGM2008 и измеренных нормальных высот (в метрах) на территории НСО

В ходе экспериментальных исследований была выполнена “калибровка” по всей территории НСО, а также, в качестве примера, на территорию Искитимского района. Результаты приведены в табл. 1.

Из таблицы видно, что СКП нормальных высот контрольных точек, определенная после “калибровки” локальной области, примерно того же порядка (чуть меньше) данного показателя до “калибровки”. Малые величины остаточных наклонов геоида (0,1" - 0,2") свидетельствуют о достаточно точном отображении “рельефа” глобального геоида на локальной области.

Таблица 1. Результаты определения параметров высотного преобразования с использованием глобальной модели геоида EGM2008 (ПО TGO)

Характеристики	НСО (450км×300км)	Искитимский район (65км×61км)
Количество общих точек	62	7
СКП по невязкам в общих точках, м	0,049	0,036
Сдвиг начала по высоте, м	0,577	0,432
Остаточный наклон в меридиане, $\Delta\xi$, "	0,129	0,086
Остаточный наклон в первом вертикале, $\Delta\eta$, "	0,097	0,204
Количество контрольных точек	151	61
СКП по невязкам в контрольных точках, м	0,067	0,078

Независимая оценка точности представления наклонов геоида в глобальной модели для локальной области может быть выполнена по данным астрономических определений. Для пяти контрольных пунктов с известными астрономическими координатами численным методом были получены уклонения отвесной линии в плоскостях меридиана ξ и первого вертикала η , по следующим формулам:

$$\xi'' = 206265'' \cdot \Delta\zeta_B / \Delta B, \quad \eta'' = 206265'' \cdot \Delta\zeta_L / (\Delta L \cos B),$$

где $\Delta\zeta_B$, $\Delta\zeta_L$ – малые приращения аномалий высоты вдоль меридиана и первого вертикала, в метрах,

ΔB , ΔL – длины дуг меридиана и первого вертикала, для которых определены приращения аномалий высоты, в метрах.

Разности вычисленных и контрольных (полученных по астрономическим и спутниковым данным) уклонений отвесной линии приведены в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что все разности уклонений отвесной линии попадают в доверительный интервал, задаваемый погрешностями измерений и модели. Точность УОЛ в плоскости меридиана соответствует точности астрономических определений 1 класса; для УОЛ в первом вертикале наблюдается систематическое смещение (арифметическое среднее $\Delta\xi_{\text{ср}} = -0,07''$, $\Delta\eta_{\text{ср}} = +0,55''$). Возможно, смещение по долготе связано с различием в начальных меридианах двух систем координат. Значения разностей в большинстве своем превышают остаточные наклоны геоида к эллипсоиду WGS-84, полученные из “калибровки” в ПО TGO. То есть, наклоны геоида на локальной области воспроизводятся в глобальной модели EGM2008 достаточно хорошо.

В [8] приводятся результаты определения гравитационного поля на локальном участке поверхности (60км×40км) по спутниковым, астрономо-геодезическим и гравиметрическим данным. Экспериментальные исследования выполнялись на основе очень редкой сети узловых точек и низкой точности данных геометрического нивелирования (лишь 10% реперов имели высоты I класса).

Таблица 2. Результаты определения уклонений отвесной линии в системе координат WGS-84

Пункт	Разности уклонений отвесной линии $\Delta\xi$, $\Delta\eta$, их доверительные интервалы I_Δ (95%), ср.кв. погрешности спутниковых и астрономических определений m_{GPS} , $m_{астр}$, и погрешности глобальной модели геоида m_ξ , m_η									
	$\Delta\zeta_B$, мм	ΔB , м	$\Delta\xi''$	I_ξ''	$m_{GPS},''$ $m_\xi, ''$ $m_{астр}, ''$	$\Delta\zeta_L$, мм	ΔL , м	$\Delta\eta''$	I_η''	$m_{GPS},''$ $m_\eta, ''$ $m_{астр}, ''$
П.тр.Алексеевка ^{*)} (alex)	16,5	1237	-0.16	2.0	$2 \cdot 10^{-4}$ 1 0.3	8,4	715	+1.00	1.2	$2 \cdot 10^{-4}$ 1 0.3
П.тр. Кремлевка ^{*)}	15,3	1237	+0.06	2.0	$2 \cdot 10^{-4}$ 1 0.3	15,5	715	+0.28	1.2	$2 \cdot 10^{-4}$ 1 0.3
Астропункт СГГА ^{**) (NSKA)}	13,8	1237	+0.19	2.0	$2 \cdot 10^{-4}$ 1 0.2			-	-	-
Обсерватория СНИИМ ^{***)} (Ключи)	28,2	1237	-0.34	2.0	$4 \cdot 10^{-4}$ 1 0.05	1,8	1427	+0.55	1.4	$3 \cdot 10^{-4}$ 1 0.05
Астропункт Бердского базиса ^{*)} № 10 (bb10)	25,6	1237	-0.12	2.0	$4 \cdot 10^{-4}$ 1 0.2	1,3	715	+0.35	2.6	$2 \cdot 10^{-4}$ 1 0.3

Примечания к таблице: ^{*)} – астрономические координаты и азимуты определены по программе 1 класса, ^{**) –}астрономическая широта определена по программе 1 класса,^{***)} – астрономические координаты определены по классу точности фундаментальной астрометрии ГОССТАНДАРТА.

Здесь среднее квадратическое отклонение экспериментальных данных в узловых точках от построенной модели возмущающего потенциала первой степени разложения составляет в линейной мере величину 4,5 см. Расхождения вычисленных по модели и измеренных аномалий высот в контрольных точках имеют субдециметровый порядок, что соответствует точности исходных данных (геометрическому нивелированию IV класса). Тот же порядок имеют расхождения между измеренными и вычисленными по модели EGM2008 нормальными высотами. Точность вычисляемых по локальной модели уклонений отвесной линии в более чем половине случаев удовлетворяет астрономическим определениям широты и долготы 1 класса; глобальная же модель EGM2008 дает для тех же самых пунктов лучший результат.

Выводы. Применение глобальной модели EGM2008 на территории Новосибирской области с исключением систематического сдвига по высоте позволяет получать нормальные высоты с точностью геометрического нивелирования III-IV класса. Наклоны геоида на локальной области отображаются в модели EGM2008 с точностью до десятых угловой секунды, следовательно, превышения геоида, получаемые по модели, можно использовать для спутникового нивелирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <http://earth-info.nga.mil/GandG/wgs84/gravitymod/egm2008/index.html>.
2. Pavlis N.K., Holmes S.A., Kenyon S.C., Factor J.K. An Earth Gravitational Model to Degree 2160: EGM2008/EGU General Assembly 2008. Vienna, Austria, April 13–18, 2008.
3. Непоклонов, В.Б. Об использовании новых моделей гравитационного поля Земли в автоматизированных технологиях изысканий и проектирования//Автоматизированные технологии изысканий и проектирования.- 2009.- №2. Электронный ресурс <http://www.credo-dialogue.com/journal.aspx>.
4. Непоклонов, В.Б. Об использовании новых моделей гравитационного поля Земли в автоматизированных технологиях изысканий и проектирования//Автоматизированные технологии изысканий и проектирования.- 2009.- № 3. Электронный ресурс <http://www.credo-dialogue.com/journal.aspx>
5. Пигин, А.П., Березина, С.В. Глобальная модель геоида EGM2008. Предварительный анализ [текст] / А.П. Пигин, С.В. Березина // Автоматизированные технологии изысканий и проектирования.- 2008.- № 3. - С. 63–66.
6. Карпик, А.П. Реализация проекта наземной ифраструктуры 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.
7. Научно-технический отчет по созданию на территории НСО наземной инфраструктуры для обеспечения эффективного использования глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС [текст] / А.П. Карпик, С.В. Середович, О.В. Твердовский, А.П. Решетов. Новосибирск, 2010.
8. Гиенко, Е.Г., Кузьмин, В.И., Сурнин, Ю.В. Некоторые результаты определения гравитационного поля на локальном участке поверхности по спутниковым, астрономо-геодезическим и гравиметрическим данным [текст] / Е.Г. Гиенко, В.И. Кузьмин, Ю.В. Сурнин // Вестник СГГА.-Вып. 11. - Новосибирск, 2006.-с. 8-13.

УДК: 528.344:629.783

Н.К. Шендрик

СГГА, Новосибирск

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩИХ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ СРНС

Разработана методика оценки качества постоянно действующих базовых станций СРНС. Анализируются непрерывность процесса измерений и показатель сменяемости конфигураций созвездий КА СРНС. Разработана технология раздельной обработки файлов измерений в формате RINEX для КА GPS и ГЛОНАСС. Приведены результаты оценки качества измерений для некоторых постоянно действующих базовых станций.

N.K. Shendrik

SSGA, Novosibirsk

TECHNIQUES FOR ESTIMATING MEASUREMENT QUALITY OF PERMANENT SATELLITE RADIO NAVIGATION STATIONS

The methods for estimating the quality of permanent satellite radio navigation stations have been developed. The continuity of measuring process and the index of constellation configuration removability regarding KA satellite radio navigation systems are analyzed. The techniques for separate treatment of measurement files in RINEX format for KA GPS and GLONASS have been developed. The measurement quality results for some permanent basic stations are presented.

На современном этапе в России получают всё большее распространение проекты создания постоянно действующих базовых станций (ПДБС) СРНС. Обычно такой процесс начинается с одиночных станций в крупных населенных пунктах, сети из нескольких станций для специализированных организаций и, наконец, из десятков и более ПДБС для навигационно-геодезического обеспечения отдельных регионов, их ассоциаций, а затем и в целом для всей страны. Можно предвидеть, что в перспективе услуги по определению местоположения станут такими же доступными, как и услуги сотовой связи и, возможно, физически будут совмещаться в одном приборе наподобие мобильного телефона. Безусловно, что такого рода информационные услуги должны быть качественными и непрерывными во времени.

Нами разработана методика с целью оценки некоторых параметров качества работы ПДБС с использованием измерений СРНС в формате RINEX. Реализация данной методики предусматривает раздельный анализ для КА GPS и для КА ГЛОНАСС. Оцениваемыми параметрами выбраны - непрерывность измерений СРНС во времени и показатель сменяемости конфигураций

созвездий космических аппаратов (КА). Под нарушениями непрерывности подразумеваются такие интервалы времени, когда измерения на отдельной ПДБС прекращаются по всем доступным КА в пределах времени сеанса (например, часового, суточного). Показателем конфигурации созвездий (P_{ks}) для оцениваемого сеанса измерений является среднее значение числа созвездий КА на часовом интервале. Наиболее объективное значение показатель P_{ks} будет иметь на интервале замыкания подспутниковых траекторий на поверхности Земли (для КА GPS – порядка 1 суток, для ГЛОНАСС – 8.5 суток). Можно рассчитать его теоретическое значение для любого пункта на эпоху измерений. Например, для Новосибирской области теоретическое значение $P_{ks} \approx 4.2-4.5$ с некоторыми вариациями. Отклонение в сторону увеличения фактической величины P_{ks} от теоретического значения указывает на наличие неблагоприятных условий или нестабильной работы аппаратуры. Для ПДБС целесообразно делать оценку для числа сеансов более одного. Тогда возникает возможность дополнительно вычислить для P_{ks} среднюю квадратическую погрешность (С.К.П.) и, тем самым, более объективно оценить степень стабильности и качества работы каждой ПДБС.

В качестве примеров, ниже приведены результаты расчетов в разные периоды измерений, сделанные на ПДБС Новосибирской области. Все расчеты выполнены для КА GPS. Результаты вычислений в таблицах 1-3 даются отсортированными по строкам по возрастанию числовых значений P_{ks} . Каждой таблице типа 1-3 соответствует файл с дополнительной информацией о пропусках измерений. Информация в этих файлах упорядочена по алфавиту для названий ПДБС и по возрастанию времени для каждой ПДБС. В качестве примера в таблице 4 представлена дополнительная информация о пропусках измерений для ПДБС Новосибирской области в период с 16 по 28 февраля 2011 года.

СУММАРНЫЕ ПРОПУСКИ ИЗМЕРЕНИЙ И ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЯ СОЗВЕЗДИЙ КА GPS ЗА ОЦЕНИВАЕМЫЙ ПЕРИОД

Таблица 1. ПДБС НСО с 1 по 12 октября 2010 г.

Номер п/п	Обозначение пункта	Число сеансов	Пропуски (сек)	Средний <u>Pks</u>	С.К.П. <u>Pks</u>
1.	BARA	12	0	4.63	±0.14
2.	KARG	12	510	4.67	±0.10
3.	MASL	12	60	4.67	±0.11
4.	KOCK	12	12300	4.68	±0.08
5.	SUZU	12	90	4.69	±0.08
6.	CHER	12	8580	4.69	±0.13
7.	ORDN	1	0	4.70	±0.00
8.	UBIN	12	29160	4.74	±0.15
9.	BOLO	11	0	4.75	±0.14
10.	NSKW	12	60	4.78	±0.11
11.	MHKV	12	0	4.84	±0.07
12.	ZDVI	12	0	4.91	±0.14
13.	CHUL	12	60	5.01	±0.12
14.	ISKT	12	5790	5.27	±0.20
15.	KOCH	12	27720	5.31	±0.21
16.	KOLV	12	47640	6.09	±0.19
17.	DOVO	12	13440	6.59	±0.89
18.	KRAS	12	0	6.68	±0.27
19.	TOGU	12	150	14.90	±0.88

Таблица 2. ПДБС НСО с 1 по 26 ноября 2010 г.

Номер п/п	Обозначение пункта	Число сеансов	Пропуски (сек)	Средний <u>Pks</u>	С.К.П. <u>Pks</u>
1	2	3	4	5	6
1.	NSKW	26	300	4.71	±0.11
2.	MHKV	26	0	4.78	±0.12
3.	KOCH	26	3570	5.18	±0.31
4.	ISKT	26	0	5.32	±0.26
5.	KOLV	568 (1h)	1190	6.63	±3.29

Таблица 3. ПДБС НСО с 16 по 28 февраля 2011 г.

Номер п/п	Обозначение пункта	Число сеансов	Пропуски (сек)	Средний Pks	С.К.П. Pks
1	2	3	4	5	6
1.	UBIN	11	450	4.70	± 0.15
2.	KARG	11	510	4.70	± 0.09
3.	CHER	11	390	4.71	± 0.16
4.	BOLO	8	330	4.71	± 0.16
5.	MASL	11	270	4.73	± 0.13
6.	CHUL	11	630	4.74	± 0.11
7.	ORDN	11	1500	4.76	± 0.15
8.	ZDVI	11	630	4.80	± 0.09
9.	DOVO	11	630	4.81	± 0.14
10.	SUZU	11	270	4.83	± 0.09
11.	KOCH	11	1260	4.83	± 0.10
12.	NSKW	11	0	4.85	± 0.08
13.	BARA	11	1770	4.88	± 0.10
14.	KRAS	11	330	4.95	± 0.25
15.	MHKV	11	390	4.97	± 0.16
16.	ISKT	11	270	5.25	± 0.50
17.	TOGU	6	0	8.72	± 1.80

Таблица 4. ПРОПУСКИ ИЗМЕРЕНИЙ ПО ДАТАМ И ВРЕМЕНИ ПДБС НСО с
16 по 28 февраля 2011 г.

Номер п/п	Обозначение пункта	Дата	Время GPS (hh mm ss)			Пропуск (сек)
1	2	3	4			5
1.	BARA	19.02.11	11	22	00-11 44 00	1320
2.	BARA	22.02.11	07	46	00-07 50 30	270
3.	BARA	27.02.11	10	14	30-10 16 00	90
4.	BARA	27.02.11	10	18	00-10 19 30	90
5.	BOLO	22.02.11	07	46	00-07 50 30	270
6.	BOLO	22.02.11	07	50	30-07 51 30	60
7.	CHER	22.02.11	07	46	00-07 52 30	390
8.	CHUL	22.02.11	07	46	00-07 53 30	450
9.	CHUL	27.02.11	10	14	30-10 16 00	90
10.	CHUL	27.02.11	10	18	00-10 19 30	90
11.	DOVO	22.02.11	07	46	00-07 53 30	450
12.	DOVO	27.02.11	10	14	30-10 16 00	90
13.	DOVO	27.02.11	10	18	00-10 19 30	90
14.	ISKT	22.02.11	07	46	00-07 50 30	270
15.	KARG	22.02.11	07	46	00-07 50 30	270
16.	KARG	22.02.11	07	51	30-07 52 30	60
17.	KARG	27.02.11	10	14	30-10 16 00	90
18.	KARG	27.02.11	10	18	00-10 19 30	90
19.	KOCH	22.02.11	07	46	00-07 52 30	390
20.	KOCH	27.02.11	10	05	30-10 20 00	870
21.	KRAS	22.02.11	07	46	00-07 51 30	330
22.	MASL	22.02.11	07	46	00-07 50 30	270
23.	MHKV	22.02.11	07	46	00-07 52 30	390
24.	ORDN	17.02.11	11	15	30-11 36 30	1260
25.	ORDN	22.02.11	07	46	00-07 50 00	240
26.	SUZU	22.02.11	07	46	00-07 50 30	270
27.	UBIN	22.02.11	07	46	00-07 50 30	270
28.	UBIN	27.02.11	10	14	30-10 16 00	90
29.	UBIN	27.02.11	10	18	00-10 19 30	90
30.	ZDVI	22.02.11	07	46	00-07 53 30	450
31.	ZDVI	27.02.11	10	14	30-10 16 00	90
32.	ZDVI	27.02.11	10	18	00-10 19 30	90

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шендрик Н.К. Контроль GPS-измерений с использованием формата RINEX [Текст] // Геодезия, Геоинформатика, Картография, Маркшедерия. Т. 1. Ч. 2. Третий Междунар. Конгр. «Гео-Сибирь-2007». – Новосибирск: СГГА, 2007. –С. 225-227.

© Н.К. Шендрик, 2011

УДК 528.1: 631.4

С.С. Овчинников

СГГА, Новосибирск

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ, ФОРМИРУЕМЫХ КОРОННЫМИ РАЗРЯДАМИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ, НА ТОЧНОСТЬ ПОКАЗАНИЙ ЭЛЕКТРОННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

Рассмотрены некоторые вопросы учета помех, создаваемых линиями электропередач, на электронную составляющую ГЛОНАСС/GPS-приемников, а так же, возможные способы снижения электромагнитной нагрузки на приборы.

S.S. Ovchinnikov

SSGA, Novosibirsk

EFFECT OF ELECTROMAGNETIC FIELDS INDUCED BY CORONA DISCHARGES OF HIGH-VOLTAGE LINES ON THE READING ACCURACY OF ELECTRONIC GEODETIC INSTRUMENTS

Some problems of taking into account the effect of the transmission lines on the electronic component of GLONASS/GPS-receivers are considered. The ways of reducing the instruments electromagnetic load are also presented.

В последнее десятилетие значительное распространение получило геодезическое и навигационное обеспечение геофизических съёмок с использованием электронных тахеометров и геодезических ГЛОНАСС/GPS-приемников. Проведение измерений подобным приборами осуществляется, в основном, с помощью среднеорбитальных спутниковых радионавигационных систем, технология и особенности которых отражены в действующих инструкциях и технических проектах, разрабатываемых в более сложных случаях [1].

Подобная технология навигационно-геодезического обеспечения полевых работ с использованием выбранного аппаратурно-измерительного комплекса в общем виде включает в себя: подготовительные работы, геодезическое сопровождение собственно съёмки, то есть регистрацию координат точек наблюдения на фактической линии маршрута, камеральную обработку результатов и оценку точности определений координат. Очевидно, что основным условием успешного выполнения съёмки является выбор рационального состава комплекса.

Рассмотрим особенности одних из наиболее употребимых приборов, таких как тахеометр Leica TPS 400 и геодезический ГЛОНАСС/GPS - приемник Leica GPS1200. К достоинствам данных приборов можно отнести: возросшую

точность, снижение влияния человеческого фактора на точность результатов измерений и возможность повышения производительности труда [2].

При полевых измерениях отмечается, что вблизи высоковольтных линий электропередач (ЛЭП), полученные результаты могут искажаться, вследствие близко расположенных работающих портативных радиостанций. Также была выявлена высокая чувствительность измерительных геодезических приборов к электромагнитным полям.

На сегодняшний день применяются два способа оценки влияния на измерение поля радиопомех. Дадим их характеристику.

В лабораторных условиях измерения производятся с помощью калиброванных антенн. Такие антенны используются в высоковольтных лабораториях вблизи испытываемых образцов оборудования, что позволяет измерить поле электромагнитных возмущений от коронных разрядов на отдельных образцах оборудования или даже на его отдельных коронирующих элементах.

На рис. 1 схематически представлен процесс измерения в лабораторных условиях электромагнитного поля радиопомех от гирлянды изоляторов с линейной арматурой, поддерживающей провода. Так как, измерению подлежит поле радиопомех от данного испытуемого образца, только этот образец и должен быть источником помех, а все остальные элементы испытательной установки должны быть свободны от коронных разрядов во всем диапазоне используемых напряжений.

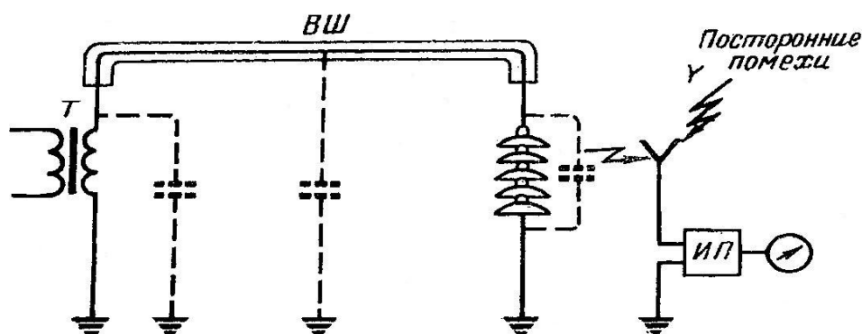


Рис. 1. Измерение поля радиопомех от гирлянды изоляторов в лабораторных условиях:

ИП – измеритель помех; Y – поле посторонних помех; ВШ – высоковольтная шина

Одним из недостатков такого способа испытаний образца для определения его мешающего действия является наличие в эфире поля посторонних помех, обозначенного на рисунке 1 как поле Y . Устранение его возможно электромагнитной экранировкой помещения.

Измерения поля радиопомех от действующей линии электропередачи в полевых условиях проводятся в соответствии с ГОСТ 22012-82. Поскольку речь идет об измерениях поля, необходимо использовать антенные устройства, которые могут быть установлены вблизи эксплуатируемой коронирующей

линии электропередачи. При этом на калиброванную антенну наводится интегральная э.д.с. помех от всех коронирующих элементов линии, а не от одного какого-то элемента. Выше было показано, что для изучения изменений интенсивности радиопомех целесообразна статистическая методика. Поэтому антенное устройство должно быть соединено с калиброванным измерительным приемником, на выход которого присоединяется регистрирующее устройство. При этом по действующим нормам измерительный приемник типа с антенной высотой 1 м должен быть установлен на высоте 40 см над уровнем земли и на расстоянии 50 м от линии. На линиях напряжением свыше 220 кв расстояние должно быть увеличено до 100 м. На рис. 2 схематически изображена методика измерений в полевых условиях.

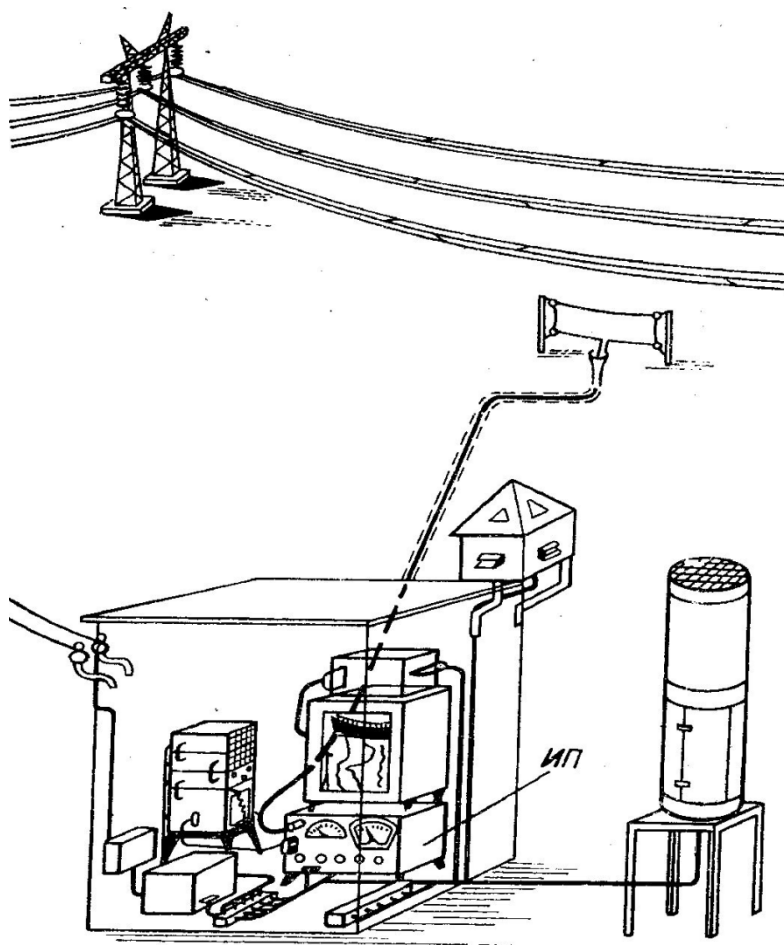


Рис. 2. Измерение поля радиопомех от гирлянды изоляторов, на антенну сигнал от которой передается к измерителю кабелем, в полевых условиях:

ИП – измеритель помех

Для возможности правильной интерпретации результатов измерений место установки измерителей и регистрации уровней радиопомех должно удовлетворять следующим требованиям: 1) оно должно быть удалено не менее чем на 10 км от конечных подстанций, иначе результаты измерений могут быть завышены из-за радиопомех, распространяющихся по линии от коронирующего подстанционного оборудования; 2) измеритель должен устанавливаться на

прямолинейном участке, вдали от мест резкого поворота линии и от транспозиционных опор, чтобы влияние этих неоднородностей не сказалось на измерениях; 3) антенное устройство должно быть установлено вблизи середины пролета с тем, чтобы оно воспринимало среднюю величину уровня помех без пиков и впадин в картине поля, которые имеют место вдоль линии электропередачи на частотах, близких к 0,5–1,6 МГц.

Частота, на которой производится регистрация радиопомех, должна быть свободна от сигналов радиостанций как можно большую часть времени.

При измерениях значительная часть времени регистрации порой занимается посторонними записями сигналов радиостанций, эффективно отстроиться от которых при невысоких уровнях радиопомех от линии часто не представляется возможным.

Поэтому с целью увеличения длительности непрерывной записи, особенно на линиях с невысокими значениями градиента, около 24–26 кВ/см, должна применяться следующая методика: антенное устройство устанавливается вблизи середины пролета, под крайней фазой; сигнал от антенны по коаксиальному кабелю передается к регистрирующей аппаратуре, расположенной в специальном помещении (рис. 2) [3].

Определение уровня радиопомех на любом другом расстоянии от линии может быть произведено путем пересчета уровня радиопомех, измеренного под крайней фазой, с помощью найденных экспериментально коэффициентов пересчета, тщательно проверенных в различных погодных условиях, также с использованием технологий компьютерного моделирования с использованием программ SEMCAD v1.8 или аналогичных.

Автором проведен анализ информации по выявлению влияния высоковольтных ЛЭП и иных источников на работу электронных приборов работающих в радиодиапазоне. Исследования помех в радиодиапазоне, создаваемых высоковольтными ЛЭП проводились в ряде стран, и на основании полученной информации был составлен график на рис. 3.

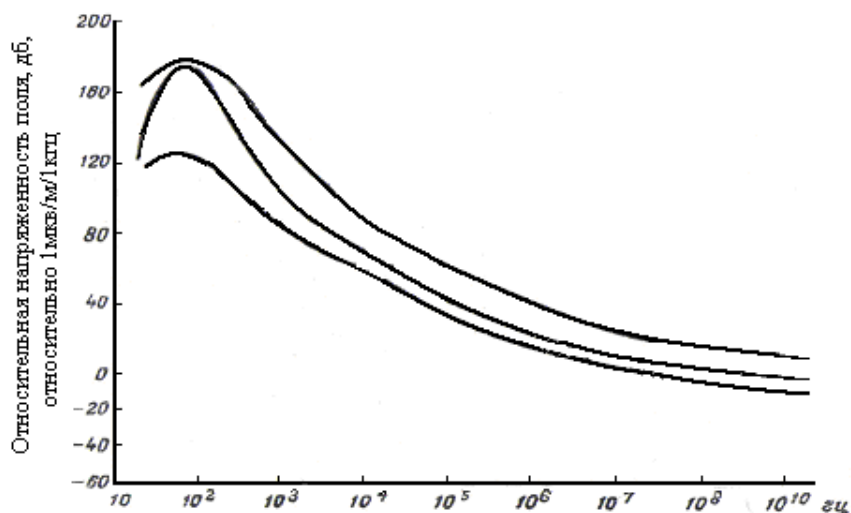


Рис. 3. Результаты усредненного сравнения уровней радиопомех от линий электропередачи. По оси ординат напряженности поля по отношению к 1 кГц полосы пропускания измерителя Δf

На основании того, что частотный диапазон GPS приемника составляет 850/1900 МГц и данных, приведенного выше графика, следует что пик напряженности приходится на 100 Гц, при частоте электромагнитного поля порядка 70 Гц у высоковольтных ЛЭП а номинальное напряжение может достигать до 750 кВ и выше. На основании этих данных можно сделать вывод о возможности влияния электромагнитных полей [4].

Видимо, самым простым способом исключения влияния помех на измерительные приборы – является тот, который позволит избежать проведения измерений в районе воздействия электромагнитных полей. Однако, в таком случае необходим прибор для измерения напряженности поля и выявления его пороговой величины.

Подобный измерительный комплекс, тем не менее, не сможет решить все проблемы проведения измерений в сложных условиях. Очевидной становится необходимость разработки способов защиты геодезических приборов.

На данный момент представляется, что наиболее перспективными направлениями в этой области является следующее: применение фильтров для подавления «белого шума» в радиодиапазоне; использование экранов для снижения воздействия электромагнитных полей на элементную базу приборов.

Очевидно, что применяемые на данный момент методики измерения электромагнитных полей не могут считаться достаточно эффективными.

В заключении можно сделать следующие выводы:

1. Учет влияния ЭП на результаты геодезических измерений современных приборов еще не изучен.
2. Игнорирование влияния ЭП может привести к значительному искажению результатов измерений.

Актуальность данному направлению придают существующие в настоящий момент проблемы с высокопроизводительными методами измерений в сложных условиях, в сравнении с традиционными методами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 22268-76
2. <http://www.geometer-center.ru/default.aspx?page=88>
3. Цицикян Г.Н. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике С-Пб. 2006.
4. Журавлев Э.Н. Радиопомехи от коронирующих линий электропередачи. – М.: Энергия, 1971. – 4 с.

© С.С. Овчинников, 2011

УДК 006.629. 783

А.К. Синякин, А.В. Кошелев, С.С. Овчинников

СГГА, Новосибирск

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ СИГНАЛОВ В СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

В статье выполнен анализ и расчет потенциальной помехоустойчивости сигналов GPS/ГЛОНАСС при высоком уровне отношения сигнал/шум.

A.K. Sinjakin, A.V. Koshelev, S.S. Ovchinnikov

SSGA, Novosibirsk

THE ESTIMATION OF THE POTENTIAL STABILITY SIGNALING HINDRANCES IN NAVIGATIONING SYSTEM OF SATELLITES

In article is given the analyses and calculation of potential stability signaling hindrances GPS/GLONASS high level relation a signal/noise.

Прием сигналов в спутниковых радионавигационных системах (СРНС) осуществляется на фоне флуктуационных помех, образующихся при прохождении сигналов в радиоканале.

В связи с непрерывным перемещением спутника относительно приемника происходят изменения двух составляющих в параметрах принятого сигнала[1]:

- Доплеровское изменение частоты f_g ;
- Временная задержка радиосигнала τ_i на дистанции спутник-приемник;

Сигнал поступающий на приемник, может быть представлен как:

$$Y(t)=S(t)+n(t) \quad (1)$$

где: $n(t)$ - нормальный белый шум с уровнем N_0 ;

$S(t)$ – сигнал вида $S(t)=S(t - \tau_i)\cos(2\pi(f_0 + f_{gi})t)$,

в котором f_0 - случайная начальная фаза имеющая равномерное распределение в пределах от 0 до 2π ;

f_0 - частота сигнала;

$S(t - \tau_i)$ - функция выражающая смещение спутника относительно приемника;

f_0 и f_{di} - параметры подлежащие оценке так как связаны с перемещением спутника.

В приемнике формируется копия сигнала которая может быть представлена как:

$$S'(t)=h(t - \tau_i)\cos(2\pi(f_0 + f_{di})t). \quad (2)$$

Функции (1) и (2) могут рассматриваться как сопряженные и потенциальная точность оценки параметров τ_i и f_{di} может определяться видом сигнальной функции:

$$I(\tau_i, f_{di}) = 1/2E \int_{-\infty}^{\infty} y(t)S'(t)dt, \quad (3)$$

где E – энергия сигнала.

В соответствии с [2] на основе сигнальной функции I (функции корреляции) определяются оценки параметров τ_i и f_{di} по формулам:

$$\begin{aligned} \delta\tau_i^2 &= 1/2qC; \\ \delta f_{di}^2 &= C/2q\pi^2; \end{aligned} \quad (4)$$

где τ_i – погрешность временной задержки τ_i ;

f_{di} – погрешность доплеровской частоты f_{di} ;

q – отношение сигнал/шум (E/N_0);

C – коэффициент, характеризующий расширение длительности импульса.

Формулы (4) применяют при высоком уровне отношения сигнал/шум. В приемниках ГЛОНАСС/GPS уровень сигналов составляет 30дБ, а уровень шумов 5дБ [3], т.е. отношение сигнал/шум имеет величину порядка 316.

Коэффициент C определяет расширение импульса сигнала за счет его внутриимпульсной фазовой манипуляции, т.е. применения сигналов в виде кодирования последовательности импульсов. Для C/A кода GPS при длительности импульса $1 \cdot 10^{-6}$ с, π – период повторения кода $1 \cdot 10^{-3}$ с параметр C принимает значение 10^3 .

Расчеты выполненные по формулам (4), показали, что потенциальная погрешность задержки сигнала C/A кода составляет $1.2 \cdot 10^{-9}$ с, что соответствует погрешности измеренного расстояния – 0.4 м. потенциальная погрешность измерения доплеровской частоты составляет 20 Гц, что не выходит за пределы измеряемого частотного диапазона, определяемого значением 50 Гц[1].

Следует отметить, что в случае отсутствия кодирования шумоподобным сигналом потенциальная ошибка импульса увеличилась бы на порядок ($2 \cdot 10^{-8}$ с), что привело бы к погрешности в дистанции до величины 6 м.

Оценка потенциальной помехоустойчивости для P – кода, показала, что коэффициент C составляет $1.5 \cdot 10^7$. Потенциальная потребность определения временного импульса, рассчитанная для p-кода весьма мала - $1 \cdot 10^{-12}$ с. В месте с тем, погрешность измерения доплеровских частот резко возрастает практически в 50 раз.

Это не противоречит соотношению неопределенности, применяемому в радиолокации.

Таким образом, выполненные расчеты показали возможности потенциально достигаемой точности измерения параметров сигналов применяемых в СРНС при условии высокого уровня отношения сигнал/шум.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Синякин А.К. Физические принципы работы GPS/ГЛОНАСС [текст] / А.К. Синякин, А.В. Кошелев. – Новосибирск: СГГА, 2009. – 109 с.

2. Гуткин Л.С. Теория оптимальных методов радиоприема при флуктуационных помехах [текст] / Л.С. Гуткин. - М: советское радио, 1972. – 447 с.

3. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС, под ред. В.Н. Харисова, А.И. Перова, В.А. Болдина [текст] – М.: ИПРЖР, 1998 -396 с.

© *А.К. Синякин, А.В. Кошелев, С.С. Овчинников, 2011*

УДК 528.34:629.783

Ю.В. Сурнин

СГГА, Новосибирск

О СОЗДАНИИ АКТИВНОЙ КООРДИНАТНО-ГРАВИТАЦИОННОЙ ОСНОВЫ НА ОГРАНИЧЕННОМ УЧАСТКЕ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ГЛОНАСС/GPS-ИЗМЕРЕНИЙ

Предлагается создание активной координатно-гравитационной основы, физическим носителем которой является геодезическая сеть активных базовых станций, ведущих непрерывные ГЛОНАСС/GPS-измерения на некотором ограниченном участке земной поверхности. Помимо физического носителя координатно-гравитационная основа включает параметры математической модели внешнего гравитационного поля Земли и каталог координат базовых станций. Такая активная координатно-гравитационная основа позволит одним спутниковым приемником определять в реальном масштабе времени в широком диапазоне точностей не только координаты наземных потребителей, но и различные трансформанты гравитационного поля Земли (нормальные высоты, астрономические долготы, широты, азимуты, ускорение силы тяжести) без использования традиционных геодезических приборов (нивелиров, дальномеров, тахеометров, астрономических и гироскопических теодолитов и гравиметров).

Yu.V. Surnin

SSGA, Novosibirsk

DEVELOPMENT OF THE ACTIVE COORDINATE AND GRAVITATIONAL BASE ON THE LIMITED AREA OF THE EARTH'S SURFACE BY GLONASS/GPS MEASUREMENTS

Development of the active coordinate and gravitational base is offered. Its physical carrier is the geodetic network of active base stations, taking continuous GLONASS/GPS-measurements on some limited area of the Earth's surface. Besides the physical carrier the coordinate and gravitational base comprises parameters of the Earth's external gravitational field simulation and the catalog of the base stations coordinates. Such an active coordinate and gravitational base will make it possible to use one satellite receiver for determining (in real time and wide accuracy range) not only the coordinates of the ground-based consumers, but also different transforms of the terrestrial gravitational field (normal heights, astronomic longitudes, altitudes, bearings, gravitational acceleration) without traditional geodetic instruments (levels, range finders, tacheometers, astronomic and gyroscopic theodolites and gravimeters).

Современная спутниковая технология, основанная на системах глобального позиционирования ГЛОНАСС и GPS (которую теперь называют ГНСС¹⁾-технологией), позволяет развивать не только пассивные геодезические построения - ФАГС²⁾, ВГС³⁾, СГС⁴⁾ и локальные СГС, но и создавать геодезические сети активных базовых станций (ГС АБС). Принципиальное отличие пассивных и активных геодезических сетей состоит в том, что активная сеть базовых станций непрерывно и оперативно (в любое время суток, в любой точке обслуживаемой территории) дает возможность потребителю автономно одним спутниковым приемником определять свое положение без установки измерительных средств на других опорных пунктах. Пассивная сеть последним свойством не обладает.

Геодезические сети наземных пунктов вместе с каталогами координат и математическим описанием системы отсчета являются физическими носителями не только координатной основы, задающей геометрию земного пространства. Все процессы на Земле, вся деятельность человека происходят в реальном гравитационном поле, учет которого необходим при относительной точности решения геодезических задач, начиная от 10^{-5} и выше. ГНСС-технология является примером нанотехнологии - в ней достижима относительная точность 10^{-9} . Поэтому геодезические сети наряду с геометрической составляющей пространства, должны быть носителями и физической (гравитационной) составляющей пространства.

¹⁾ГНСС – глобальная спутниковая навигационная система,

²⁾ФАГС – фундаментальная астрономо-геодезическая сеть,

³⁾ВАГС – высокоточная геодезическая сеть,

⁴⁾СГС – спутниковая геодезическая сеть.

Существующие планетарные модели внешнего гравитационного поля Земли (ВГПЗ), описывают сглаженную поверхность квазигеоида и дают высоты с ошибкой около 1–2 м, региональные модели –0,3-0,5 м, локальные модели 0,05-0,1м. Современная планетарная модель ВГПЗ [1] дает погрешность по высоте геоида на порядок меньше (около 0,1 - 0,2 метра). Однако такой точности знания гравитационного поля еще недостаточно, если сравнивать ее с погрешностью в несколько миллиметров для современных определений координат наземных пунктов с помощью ГНСС-технологии.

В связи с этим актуальным является вопрос повышения точности гравитационных моделей до уровня, сопоставимого с точностью координатных ГНСС-определений, хотя бы для ВГПЗ в локальных районах. В планетарном масштабе достижение такой точности ВГПЗ – далекая перспектива. Между тем, в локальной области пространства, на ограниченном участке земной поверхности, возможно определение гравитационного поля с сантиметровой точностью (по высоте квазигеоида) уже сегодня.

Соединение координатной и гравитационной основы в одном активном физическом носителе (в виде ГС АБС) позволит быстро и точно решать не только геометрические геодезические задачи по определению положения, но также эффективно решать физические (гравитационные) задачи по

определению различных трансформант потенциала ускорения силы тяжести. Иными словами, активная координатно-гравитационная основа ГС АБС даст возможность потребителю с помощью одного спутникового приемника в любой точке локальной области, в любое время дня и ночи, при любой погоде быстро и экономично получать не только пространственные геодезические координаты L, B, H , плоские прямоугольные координаты x, y в какой-либо картографической проекции и нормальные высоты H^N (как функции только двух аргументов – долготы и широты), т. е. так, как это обычно делается сегодня в существующих программных продуктах. Активная координатно-гравитационная основа позволит дополнительно вычислять ряд гравитационных величин, которые с помощью существующего программного обеспечения для спутниковой аппаратуры пока еще не определяются. Появляется дополнительная возможность получать одним спутниковым приемником, такие гравитационные величины как: нормальные высоты H^N без нивелира - в виде функции трех координат $H^N(L, B, H)$ с точностью нивелирования III класса; астрономические долготы λ , широты φ и азимуты α без астрономического универсала и гиротеодолита на уровне точности астрономических определений на пунктах Лапласа; а также ускорение силы тяжести g без гравиметра. Такая активная геодезическая сеть, содержащая координатную и гравитационную основу в виде каталога координат и параметров локальной модели ВГПЗ, расширит функциональные возможности массового использования ГНСС-технологии.

Один из вариантов теории и методики объединения в одном физическом носителе гравитационного поля и координатной основы для пассивных локальных спутниковых геодезических сетей разработан и испытан в СГГА [2-10]. Эксперименты были проведены на Эталонном геодезическом полигоне СГГА в 1998-2007 гг.

В данной работе предлагается распространить перенести теорию и методику, разработанную для пассивных геодезических сетей, на активные спутниковые геодезические сети. Это позволит создать автоматизированную технологию не только координатного, но и гравитационного обеспечения пространства на ограниченной территории в реальном масштабе времени.

Из целого ряда этапов создания координатно-гравитационной основы геодезической сети активных базовых станций, в этой работе пока рассматривается только один этап. А именно, методика определения аналитической модели локального внешнего гравитационного поля Земли на основе планетарной модели ВГПЗ высокого порядка.

Пусть в общеземной системе координат дана планетарная модель внешнего поля тяготения Земли V в виде разложения в ряд по шаровым функциям до N -ой степени и N -го порядка

$$V = \frac{GM}{r} \left[1 + \sum_{n=2}^N \left(\frac{a}{r} \right)^n \sum_{m=0}^n \left(\bar{C}_{nm} \cos m\lambda + \bar{S}_{nm} \sin m\lambda \right) \bar{P}_{nm}(\sin \phi) \right], \quad (1)$$

где GM – гравитационный параметр Земли; a – экваториальный радиус Земли (или иначе, большая полуось общего земного эллипсоида); $\bar{C}_{nm}, \bar{S}_{nm}$ – полностью нормированные безразмерные гармонические коэффициенты,

соответствующие принятым числовым значениям параметров GM и a_e ; λ, ϕ, r – геоцентрические долгота, широта и расстояние текущей точки, в которой вычисляется потенциал V ; $\bar{P}_{nm}(\sin \phi)$ – полностью нормированные присоединенные сферические функции Лежандра первого рода степени n и порядка m .

Связь нормированных и ненормированных сферических функций $\bar{P}_{nm}(\sin \phi)$ и $P_{nm}(\sin \phi)$ и гармонических коэффициентов $\bar{C}_{nm}, \bar{S}_{nm}$ и C_{nm}, S_{nm} осуществляется посредством нормирующих множителей K_{nm} по формулам:

$$\begin{aligned}\bar{P}_{nm}(\sin \phi) &= K_{nm} P_{nm}(\sin \phi), \quad \bar{C}_{nm} = C_{nm} / K_{nm}, \quad \bar{S}_{nm} = S_{nm} / K_{nm}, \\ K_{nm} &= \sqrt{(2 - \delta_{0,m})(2n+1)(n-m)!/(n+m)!}, \\ \delta_{0,m} &= 0, \text{ если } m \neq 0 \text{ и } \delta_{0,m} = 1, \text{ если } m = 0.\end{aligned}\quad (2)$$

Для упрощения решения нелинейной задачи и сведения ее к линейной введем нормальное поле для потенциала U ускорения силы тяжести, создаваемое уровнем эллипсоидом вращения, определяя его четырьмя параметрами GM, a, e, ω . Гравитационный параметр GM и большая полуось a нормального эллипсоида считаются равными параметрам GM и a планетарной модели (3), а константы e и ω задают номинальный эксцентриситет и номинальную угловую скорость вращения уровня эллипсоида. Для нормального потенциала тяготения $\bar{V}$ будем использовать разложение в ряд по шаровым функциям [11, с. 142]

$$\begin{aligned}\bar{V} &= \frac{GM}{r} \sum_{n=0}^{\bar{N}} \left(\frac{a}{r}\right)^{2n} \bar{C}_{2n}^o \bar{P}_{2n}(\sin \phi), \\ P_0 &= 1, \quad P_1 = \sin \phi, \\ (n+1)P_{n+1}(\sin \phi) &= (2n+1) \sin \phi P_n(\sin \phi) - nP_{n-1}(\sin \phi), \\ \bar{C}_{2n}^o &= C_{2n}^o / K_{2n}, \quad \bar{P}_{2n}(\sin \phi) = K_{2n} P_{2n}(\sin \phi), \quad K_n = \sqrt{2n+1}, \\ C_{2n}^o &= (-1)^n \frac{e^{2n}}{2n+1} \left(1 - \frac{\bar{m}e}{3q_0} \frac{2n}{2n+3}\right), \quad q_0 = -2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n n}{(2n-1)(2n+3)} (e')^{2n+1}, \\ e' &= \frac{e}{\sqrt{1-e^2}}, \quad \bar{m} = \frac{\omega^2 a^3}{GM}.\end{aligned}\quad (3)$$

Следует отметить, что верхний предел суммы $\bar{N}$ ряда для нормального поля устанавливается по условию

$$\frac{\bar{C}_{2\bar{N}}^o}{(1-e^2)^{2\bar{N}+1}} < \varepsilon, \quad (4)$$

где ε – относительная погрешность планетарной модели (2).

Планетарный возмущающий потенциал T определим относительно нормального поля $\bar{V}$ как разность между планетарным полем тяготения V и нормальным $\bar{V}$ равенствами:

$$T = V - \bar{V} - \Delta W_0, \quad \Delta W_0 = W_A - U_0, \quad (5)$$

$$W_A = V(\lambda_A, \phi_A, r_A) + Q_A, \quad Q_A = \frac{\omega^2 r_A^2 \cos^2 \phi_A}{2}, \quad (6)$$

$$U_0 = \bar{V}(\phi_0 = \frac{\pi}{2}, r_0 = a\sqrt{1-e^2}) = \frac{GM}{a\sqrt{1-e^2}} \sum_{n=0}^{N/2} \frac{1}{(1-e^2)^n} \bar{C}_{2n}^o \bar{P}_{2n}(1), \quad (7)$$

$$T = \frac{GM}{r} \sum_{n=2}^N \left(\frac{a}{r}\right)^n \sum_{m=0}^n (\Delta \bar{C}_{nm} \cos m\lambda + \bar{S}_{nm} \sin m\lambda) \bar{P}_{nm}(\sin \phi) - \Delta W_0, \quad (8)$$

где W_A и U_0 – планетарный и нормальный потенциалы ускорения силы тяжести соответственно в исходном пункте A нивелировок с геоцентрическими сферическими координатами $\lambda_A, \varphi_A, r_A$ и на поверхности уровенного эллипсоида для точки северного полюса; $\Delta \bar{C}_{2n,0}$ – четные зональные коэффициенты, которые выражаются через коэффициенты планетарной (1) и нормальной (3) моделей тяготения Земли равенством

$$\Delta \bar{C}_{2n,0} = \bar{C}_{2n,0} - \bar{C}_{2n}^o, \quad n = 1, 2, \dots, \bar{N}, \quad (9)$$

остальные косинусные коэффициенты, принадлежащие нечетным зональным, а также тессеральным и секториальным гармоникам возмущающего потенциала T , равны соответствующим коэффициентам планетарной модели потенциала тяготения V

$$\Delta \bar{C}_{nm} = \bar{C}_{nm}. \quad (10)$$

Заметим, что выражение (8) для возмущающего потенциала T справедливо в случае, когда системы координат, а также параметры GM и a , для планетарной (1) и нормальной (3) моделей поля тяготения Земли, совпадают.

Современные планетарные модели ВГПЗ (например, EGM 2008) содержат более миллиона тригонометрических членов, что приводит на практике к большим затратам машинного времени в расчетах. Поэтому аналитическую модель планетарного возмущающего потенциала T в прикладных задачах аппроксимируют обычно цифровой моделью, как табличную функцию двух координат L и B с равномерно расположенными узлами. Число узлов, в которых лежит информация, зависит от шага сетки меридианов и параллелей и приближается к миллиарду.

В данной работе предлагается аппроксимировать планетарную аналитическую модель возмущающего потенциала T в пределах ограниченного участка земной поверхности (около $\cdot 10^3$ - 10^4 км²), во-первых, аналитической (а не цифровой) моделью $\tilde{T}$. Такая локальная модель $\tilde{T}$ имеет значительно меньшую степень разложения, чем исходная планетарная модель T . Во-вторых, предлагается в локальную модель возмущающего потенциала $\tilde{T}$ вкладывать не только планетарную часть потенциала тяготения T , но и три составляющих его градиента $\text{grad}T$. В-третьих, предлагается локальный возмущающий потенциал $\tilde{T}$ (или высоты квазигеоида $\zeta = T/\gamma$) представлять как функцию не двух (как это обычно делается), а трех координат (двух плановых координат и высоты), определяющих положение исследуемой точки в трехмерном пространстве.

С этой целью введем локальную модель возмущающего потенциала $\tilde{T}$, аппроксимирующую планетарную модель T в ограниченной области, с помощью степенных полиномов до заданной степени n , выражениями:

$$\tilde{T}(L, B, H) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n \sum_{k=0}^n c_{ijk} l^i b^j h^k, \quad (11)$$

$$l = (N_o + H_o) \cos B_o (L - L_o), \quad b = (M_o + H_o)(B - B_o), \quad h = H - H_o, \quad (12)$$

где c_{ijk} – коэффициенты, подлежащие определению; L, B, H – геодезические долгота, широта и высота текущей точки, в которой вычисляется потенциал $\tilde{T}$; $L_o, B_o, H_o=0$ – геодезические координаты начальной точки, долгота и широта которой выбирается, примерно, в середине участка аппроксимации; n – заданная степень локальной аппроксимации; N_o и M_o – радиусы кривизны сечения нормального эллипсоида плоскостями первого вертикала и меридиана в начальной точке (L_o, B_o) , вычисляемые по формулам:

$$N_o = a(1 - e^2 \sin^2 B_o)^{-1/2}, \quad M_o = a(1 - e^2)(1 - e_2 \sin^2 B_o)^{-3/2}. \quad (13)$$

Чтобы формальная полиномиальная модель (11) соответствовала потенциалу тяготения, необходимо выполнение условия Лапласа

$$\nabla^2 T = \left(\frac{\partial^2 T}{\partial l^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial b^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial h^2} \right) = 0. \quad (14)$$

Этому условию удовлетворяют однородные гармонические многочлены $c_s T^{(s)}$ (с новыми коэффициентами c_s), которыми заменим степенные полиномы $c_{ijk} l^i b^j h^k$ в модели (11). Тогда выражение для аномального потенциала $\tilde{T}$ переписывается так

$$\tilde{T} = \sum_{s=0}^p c_s \tilde{T}^{(s)}, \quad p = (n+1)^2. \quad (15)$$

Соответствие между степенью n однородного многочлена, одно индексными c_s и трех индексными c_{ijk} параметрами моделей (11) и (15), а также явные выражения для однородных гармонических многочленов $T^{(s)}$ аномального потенциала тяготения $\tilde{T}$ и составляющих $\tilde{T}_l^{(s)}, \tilde{T}_b^{(s)}, \tilde{T}_h^{(s)}$ его градиента $\text{grad } \tilde{T}$ в эллипсоидальных координатах L, B, H , даются в табл. 1 и имеют вид:

$$\text{grad } \tilde{T} = \frac{(N_o + H_o) \cos B_o}{(N + H) \cos B} \tilde{T}_l \mathbf{e}_L + \frac{M_o + H_o}{M + H} \tilde{T}_b \mathbf{e}_B + \tilde{T}_h \mathbf{e}_H, \quad (16)$$

$$\tilde{T} = \begin{bmatrix} \tilde{T}^{(0)} \\ \dots \\ \tilde{T}^{(p)} \end{bmatrix}, \quad \tilde{T}_l = \begin{bmatrix} \tilde{T}_l^{(0)} \\ \dots \\ \tilde{T}_l^{(p)} \end{bmatrix}, \quad \tilde{T}_b = \begin{bmatrix} \tilde{T}_b^{(0)} \\ \dots \\ \tilde{T}_b^{(p)} \end{bmatrix}, \quad \tilde{T}_h = \begin{bmatrix} \tilde{T}_h^{(0)} \\ \dots \\ \tilde{T}_h^{(p)} \end{bmatrix}, \quad (17)$$

$$\tilde{T}_l^{(s)} = \frac{\partial \tilde{T}^{(s)}}{\partial l}, \quad \tilde{T}_b^{(s)} = \frac{\partial \tilde{T}^{(s)}}{\partial b}, \quad \tilde{T}_h^{(s)} = \frac{\partial \tilde{T}^{(s)}}{\partial h}, \quad s=0, 1, \dots, p. \quad (18)$$

где $\mathbf{e}_L, \mathbf{e}_B, \mathbf{e}_H$ – орты касательных к координатным линиям L, B, H в текущей точке, определяемые равенствами:

$$\mathbf{e}_L = \begin{bmatrix} -\sin L \\ \cos L \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{e}_B = \begin{bmatrix} -\sin B \cos L \\ -\sin B \sin L \\ \cos B \end{bmatrix}, \quad \mathbf{e}_H = \begin{bmatrix} \cos B \cos L \\ \cos B \sin L \\ \sin B \end{bmatrix}. \quad (19)$$

Таблица 1. Однородные гармонические многочлены $\tilde{T}^{(s)}$ локального возмущающего потенциала тяготения $\tilde{T}$ и его градиентов $\tilde{T}_l^{(s)}$, $\tilde{T}_b^{(s)}$, $\tilde{T}_h^{(s)}$

n	s	c_s	c_{ijk}	$\tilde{T}^{(s)}$	$\tilde{T}_l^{(s)}$	$\tilde{T}_b^{(s)}$	$\tilde{T}_h^{(s)}$
0	0	c_0	c_{000}	1	0	0	0
1	1	c_1	c_{100}	l	1	0	0
1	2	c_2	c_{010}	b	0	1	0
1	3	c_3	c_{001}	h	0	0	1
2	4	c_4	c_{110}	lb	b	l	0
2	5	c_5	c_{101}	lh	h	0	l
2	6	c_6	c_{011}	bh	0	h	b
2	7	c_7	c_{200}	l^2-h^2	$2l$	0	$-2h$
2	8	c_8	c_{020}	b^2-h^2	0	$2b$	$-2h$
3	9	c_9	c_{120}	$lb^2-l^3/3$	b^2-l^2	$2lb$	0
3	10	c_{10}	c_{102}	$lh^2-l^3/3$	h^2-l	0	$2lh$
3	11	c_{11}	c_{210}	$l^2b-b^3/3$	$2lb$	l^2-b^2	0
3	12	c_{12}	c_{012}	$bh^2-b^3/3$	0	h^2-b^2	$2bh$
3	13	c_{13}	c_{201}	$l^2h-h^3/3$	$2lh$	0	l^2-h^2
3	14	c_{14}	c_{021}	$b^2h-h^3/3$	0	$2bh$	b^2-h^2
3	15	c_{15}	c_{111}	lbh	bh	lh	lb
4	16	c_{16}	c_{220}	$l^2b^2-l^4/6-b^4/6$	$2lb^2-4l^3/6$	$2l^2b-4b^3/6$	0
4	17	c_{17}	c_{202}	$l^2h^2-l^4/6-h^4/6$	$2lh^2-4l^3/6$	0	$2l^2h-4h^3/6$
4	18	c_{18}	c_{022}	$b^2h^2-b^4/6-h^4/6$	0	$2bh^2-4b^3/6$	$2b^2h-4h^3/6$
4	19	c_{19}	c_{310}	$l^3b-3lbh^2$	$3l^2b-3bh^2$	l^3-3lh^2	$-6lbh$
4	20	c_{20}	c_{130}	lb^3-3lbh^2	b^3-3bh^2	$3lb^2-3lh^2$	$-6lbh$
4	21	c_{21}	c_{301}	l^3h-3lb^2h	$3l^2h-3b^2h$	$-6lbh$	l^3-3lb^2
4	22	c_{22}	c_{103}	lh^3-3lb^2h	h^3-3b^2h	$-6lbh$	$3lh^2-3lb^2$
4	23	c_{23}	c_{031}	b^3h-3l^2bh	$-6lbh$	$3b^2h-3l^2h$	b^3-3l^2b
4	24	c_{24}	c_{013}	bh^3-3l^2bh	$-6lbh$	h^3-3l^2h	$3bh^2-3l^2b$

Наша цель большой объем исходной информации об аномальном гравитационном поле всей Земли T , представленной в виде множества коэффициентов $\{\Delta\bar{C}_{nm}, \bar{S}_{nm}\}$ сжать в вектор c параметров локальной аналитической модели $\tilde{T}$

$$c = \{c_s\}, s=0, 1, \dots, p. \quad (20)$$

Степень сжатия информации зависит от размеров локального участка земной поверхности, требуемой точности решения задачи, точности исходных данных $\{\Delta\bar{C}_{nm}, \bar{S}_{nm}\}$ и плотности наземных пунктов с известными геодезическими координатами (L, B, H) . Сжатие информации может быть очень значительным и существенно экономить машинное время расчетов и оперативную память ЭВМ.

Для сжатия исходной информации составим систему линейных уравнений $Ax + v = f$, (21)

где x - вектор неизвестных параметров модели возмущающего потенциала $\tilde{T}$

$$x^T = [c_0, c_1, \dots, c_s, \dots, c_p] = c^T, \quad (22)$$

v - вектор суммарных погрешностей «измерений» и принятых моделей,

f и A – вектор «измерений» и матрица коэффициентов, формирующих систему уравнений наблюдений.

Вектор f составим из планетарных аномалий высоты ζ , составляющих отклонений отвеса в плоскостях первого вертикала η и меридиана ξ и аналога аномалий ускорения силы тяжести Δg . В данной задаче нет смысла вводить в решение строгое определение аномалии Δg , как разность модуля вектора ускорения планетарной силы тяжести g и модуля вектора нормального ускорения γ . Для упрощения вычислений удобно ввести аналог Δg как проекцию градиента возмущающего потенциала T на направление нормали к эллипсоиду. Трансформанты $\{\zeta, \eta, \xi, \Delta g\}$ можно вычислять на основе модели (8) для T по формулам:

$$\zeta = \frac{T}{\gamma}, \quad \eta = -\text{grad } T \cdot e_L / \gamma, \quad \xi = -\text{grad } T \cdot e_B / \gamma, \quad \Delta g = \text{grad } T \cdot e_H, \quad (23)$$

$$\text{grad } T = \left(\frac{\partial T}{r \cos \phi \partial \lambda} \cdot e_\lambda + \frac{\partial T}{r \partial \phi} \cdot e_\phi + \frac{\partial T}{\partial r} \cdot e_r \right), \quad (24)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial T}{r \cos \phi \partial \lambda} &= GM \sum_{n=2}^N \frac{a^{n+1}}{r^{n+2}} \sum_{m=0}^n m \cdot (\bar{S}_{nm} \cos m\lambda - \Delta \bar{C}_{nm} \sin m\lambda) \bar{P}'_{nm}(\cos \phi), \\ \frac{\partial T}{r \partial \phi} &= GM \sum_{n=2}^N \frac{a^{n+1}}{r^{n+2}} \sum_{m=0}^n (\Delta \bar{C}_{nm} \cos m\lambda + \bar{S}_{nm} \sin m\lambda) \frac{\partial \bar{P}_{nm}(\sin \phi)}{\partial \phi}, \\ \frac{\partial T}{\partial r} &= -GM \sum_{n=2}^N \frac{(n+1)a^{n+1}}{r^{n+2}} \sum_{m=0}^n (\Delta \bar{C}_{nm} \cos m\lambda + \bar{S}_{nm} \sin m\lambda) \cos \phi \bar{P}'_{nm}(\sin \phi), \end{aligned} \quad (25)$$

$$e_\lambda = \begin{bmatrix} -\sin \lambda \\ \cos \lambda \\ 0 \end{bmatrix}, \quad e_\phi = \begin{bmatrix} -\sin \phi \cos \lambda \\ -\sin \phi \sin \lambda \\ \cos \phi \end{bmatrix}, \quad e_r = \begin{bmatrix} \cos \phi \cos \lambda \\ \cos \phi \sin \lambda \\ \sin \phi \end{bmatrix}. \quad (26)$$

В формулах (25) введены видоизмененные - помеченные штрихом - нормированные сферические функции $\bar{P}'_{nm}(\sin \phi)$ с помощью равенства

$$\bar{P}'_{nm}(\sin \phi) = \frac{\bar{P}_{nm}(\sin \phi)}{\cos \phi}. \quad (27)$$

Применение функций $\bar{P}'_{nm}(\sin \phi)$ позволяют исключить особенности и снижение точности расчетов потенциала и его градиентов на полюсах ($\phi = \pm \pi/2$) и в ближайшей окрестности их.

Для вычисления сферических функций (27), их производных и тригонометрических функций $\cos m\lambda$, $\sin m\lambda$ применим рекуррентные соотношения:

$$\begin{aligned}
\text{для } n = m, \quad \bar{P}'_{nm}(\sin \phi) &= \frac{\bar{P}_{nm}(\sin \phi)}{\cos \phi} = K_{mm} \cos^{m-1} \phi \prod_{i=1}^m (2i-1); \\
\text{для } n = m+1, \quad \bar{P}'_{m+1,m}(\sin \phi) &= (2m+1) \sin \phi \frac{K_{m+1,m}}{K_{nm}} \bar{P}'_{nm}(\sin \phi); \\
\text{для } n \neq m, \quad \bar{P}'_{nm}(\sin \phi) &= \frac{2n-1}{n-m} \sin \phi \frac{K_{nm}}{K_{n-1,m}} \bar{P}'_{n-1,m}(\sin \phi) - \frac{n+m-1}{n-m} \frac{K_{nm}}{K_{n-2,m}} \bar{P}'_{n-2,m}(\sin \phi); \\
\frac{\partial \bar{P}_{nm}(\sin \phi)}{\partial \phi} &= (1 - \delta_{nm}) \frac{K_{nm}}{K_{n,m+1}} \bar{P}_{n,m+1}(\sin \phi) - m \sin \phi \bar{P}'_{nm}(\sin \phi), \\
\frac{K_{nm}}{K_{n,m+1}} &= \sqrt{\frac{2 - \delta_{0m}}{2 - \delta_{0,m+1}}} (n-m)(n+m+1), \quad \delta_{nm} = \{1, \text{ если } n = m, \text{ иначе } 0\}, \\
\cos m\lambda &= \cos[(m-1)\lambda] \cos \lambda - \sin[(m-1)\lambda] \sin \lambda, \\
\sin m\lambda &= \sin[(m-1)\lambda] \cos \lambda + \cos[(m-1)\lambda] \sin \lambda.
\end{aligned} \tag{28}$$

Матрица $\mathbf{A}$ системы уравнений (21) для выбранного состава вектора свободных членов $\mathbf{f} = \{\zeta, \eta, \xi, \Delta g\}$ и вектора оцениваемых параметров $\mathbf{x} \equiv \{c_s\}$, $s=0, 1, \dots, p$ содержит элементы следующего вида:

$$A_{\zeta}^{(s)} = T^{(s)} / \gamma, \quad A_{\eta}^{(s)} = -\text{grad} \tilde{T}^{(s)} \cdot \mathbf{e}_L / \gamma, \quad A_{\xi}^{(s)} = -\text{grad} \tilde{T}^{(s)} \cdot \mathbf{e}_B / \gamma, \quad A_{\Delta g}^{(s)} = \text{grad} \tilde{T}^{(s)} \cdot \mathbf{e}_H, \tag{29}$$

где аномальные потенциалы $T^{(s)}$ и градиенты $\text{grad} \tilde{T}^{(s)}$ для $s=0, \dots, p$ и орты $\mathbf{e}_L$, $\mathbf{e}_B$, $\mathbf{e}_H$, определяются равенствами (15)-(18) и таблицей 1.

Нормальное ускорение силы тяжести γ в текущей точке с координатами ϕ, r находится как модуль градиента нормального потенциала U ускорения силы тяжести по формулам:

$$\begin{aligned}
\gamma &= |\text{grad} U|, \quad U = \bar{V} + Q, \quad Q = \frac{\omega^2 r^2 \cos^2 \phi}{2}, \quad \gamma = \text{grad} \bar{V} + \text{grad} Q, \\
\text{grad} \bar{V} &= \bar{V}_{\phi} \mathbf{e}_{\phi} + \bar{V}_r \mathbf{e}_r, \quad \text{grad} Q = Q_{\phi} \mathbf{e}_{\phi} + Q_r \mathbf{e}_r, \\
\bar{V}_{\phi} = \frac{\partial \bar{V}}{r \partial \phi} &= GM \sum_{n=1}^{N/2} \frac{a^{2n}}{r^{2n+1}} \bar{C}_{2n}^o \frac{\partial \bar{P}_{2n}(\sin \phi)}{\partial \phi}, \quad \bar{V}_r = \frac{\partial \bar{V}}{\partial r} = -GM \sum_{n=0}^{n/2} \frac{(2n+1)a^{2n}}{r^{2(n+1)}} \bar{C}_{2n}^o \bar{P}_{2n}(\sin \phi),
\end{aligned} \tag{30}$$

$$Q_{\phi} = \frac{\partial Q}{r \partial \phi} = -\omega^2 r^2 \cos \phi \sin \phi, \quad Q_r = \frac{\partial Q}{\partial r} = \omega^2 r \cos \phi \sin \phi. \tag{31}$$

Вектор правой части $\mathbf{f}$ и элементы матрицы $\mathbf{A}$ рассчитываются в узлах хаотичной пространственной решетки на ограниченном участке земной поверхности по геодезическим координатам $\{L_i, B_i, H_i\}_{i=1}^{i=k}$ наземных пунктов, определенных с помощью относительных ГНСС-измерений в общеземной системе отсчета (k – число наземных пунктов).

Для перехода от геодезических (эллипсоидальных) координат (L, B, H) к геоцентрическим сферическим координатам (λ, ϕ, r) можно использовать формулы:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (N+H) \cos B \cos L \\ (N+H) \cos B \sin L \\ (N+H - Ne^2) \sin B \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r \cos \phi \cos \lambda \\ r \cos \phi \sin \lambda \\ r \sin \phi \end{bmatrix}, \tag{32}$$

$$N = a / \sqrt{1 - e^2 \sin^2 B}, \quad D = \sqrt{X^2 + Y^2}, \quad r = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2},$$

$$\operatorname{tg} \lambda = Y / X, \quad \lambda \in [0, 2\pi], \quad \operatorname{tg} \phi = Z / D, \quad \phi \in [-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}].$$

Систему уравнений наблюдений (21) для аномалий высоты ζ , составляющих отклонений отвеса η , ξ и аналога аномалий ускорения силы тяжести Δg с учетом формул (15)-(31) можно представить в блочном виде:

$$\begin{aligned} A_{\zeta}^{(s)} x + v_{\zeta} &= \zeta, \\ A_{\eta}^{(s)} x + v_{\eta} &= \eta, \\ A_{\xi}^{(s)} x + v_{\xi} &= \xi, \\ A_{\Delta g}^{(s)} x + v_{\Delta g} &= \Delta g. \end{aligned} \quad (33)$$

или в развернутом виде для i -го узла сетки $\{l_i, b_i, h_i\}$ ($i=1, \dots, k$):

$$\begin{aligned} \gamma_i^{-1} [\tilde{T}^{(s)}(l_i, b_i, h_i)]^T x + v_{\zeta}^{(i)} &= \zeta_i = \zeta(\lambda_i, \phi_i, r_i), \\ -\frac{(N_o + H_o) \cos B_o}{\gamma_i (N_i + H_i) \cos B_i} [T_l^{(s)}(l_i, b_i, h_i)]^T x + v_{\eta}^{(i)} &= \eta_i = \eta(\lambda_i, \phi_i, r_i), \end{aligned} \quad (34)$$

$$-\frac{M_o + H_o}{\gamma_i (M_i + H_i)} [T_b^{(s)}(l_i, b_i, h_i)]^T x + v_{\xi}^{(i)} = \xi_i = \xi(\lambda_i, \phi_i, r_i),$$

$$[T_h^{(s)}(l_i, b_i, h_i)]^T x + v_{\Delta g}^{(s)} = \Delta g_i = \Delta g(\lambda_i, \phi_i, r_i),$$

$$\zeta_i = T(\lambda_i, \phi_i, r_i) / \gamma_i,$$

$$\eta_i = -[T_{\lambda}^{(i)}(e_{\lambda} \cdot e_L) + T_{\phi}^{(i)}(e_{\phi} \cdot e_L) + T_r^{(i)}(e_r \cdot e_L)] / \gamma_i, \quad (35)$$

$$\xi_i = -[T_{\lambda}^{(i)}(e_{\lambda} \cdot e_B) + T_{\phi}^{(i)}(e_{\phi} \cdot e_B) + T_r^{(i)}(e_r \cdot e_B)] / \gamma_i,$$

$$\Delta g_i = [T_{\lambda}^{(i)}(e_{\lambda} \cdot e_H) + T_{\phi}^{(i)}(e_{\phi} \cdot e_H) + T_r^{(i)}(e_r \cdot e_H)],$$

$$T_{\lambda}^{(i)} = \frac{\partial T(\lambda, \phi, r)}{r \cos \phi \partial \lambda} \Big|_{(\lambda_i, \phi_i, r_i)}, \quad T_{\phi}^{(i)} = \frac{\partial T(\lambda, \phi, r)}{r \partial \phi} \Big|_{(\lambda_i, \phi_i, r_i)}, \quad T_r^{(i)} = \frac{\partial T(\lambda, \phi, r)}{\partial r} \Big|_{(\lambda_i, \phi_i, r_i)}, \quad (36)$$

Оценивание вектора $x \equiv c$ параметров локальной модели $\tilde{T}$ производится путем решения недоопределенной системы уравнений наблюдений $Ax + v = f$

$$\text{под условием метода наименьших квадратов (МНК)} \quad \hat{x} = \arg \min_{x \in X} \|f - Ax\|^2$$

с учетом ковариационной матрицы K_v вектора погрешностей измерений и модели v по формулам:

$$\hat{x} = \bar{A}^{\#} \bar{f}, \quad \bar{v} = (\bar{A} \bar{A}^{\#} - I) \bar{f}, \quad \bar{A} = K_v^{-1/2} A, \quad \bar{f} = K_v^{-1/2} f. \quad (37)$$

Псевдообратную матрицу $\bar{A}^{\#}$ лучше вычислять с помощью сингулярного разложения

$$\bar{A}^{\#} = W \Sigma^{\#} U^T, \quad \Sigma = \operatorname{diag}\{\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_{p+1}\}, \quad (38)$$

где $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_{p+1}$ – сингулярные числа матрицы $\bar{A}$, U и W – ортогональные матрицы правых и левых сингулярных векторов матрицы $\bar{A}$.

Оценка точности решения делается с помощью ковариационных матриц $K_{\hat{x}}$ и $K_{\hat{v}}$ по формулам:

$$K_{\hat{x}} = \hat{\mu}^2 W \Sigma^{\#} U^T, \quad K_{\hat{v}} = \hat{\mu}^2 (\bar{A} \bar{A}^{\#} - I)(\bar{A} \bar{A}^{\#} - I)^T, \quad \hat{\mu}^2 = \|\hat{v}\|^2 / (4k - r), \quad r = \operatorname{rang}(\bar{A}). \quad (39)$$

Таким образом, приведенные формулы решают поставленную задачу сжатия исходной информации $\{\Delta C_{nm}, S_{nm}\}_{nm=0}^{n,m=\bar{N}}$, $\{L_i, B_i, H_i\}_{i=1}^{i=k}$ в массив параметров $c = \{c_s\}_{s=0}^{s=p}$, $p = (n+1)^2$ локальной модели внешнего гравитационного поля Земли. Например, коэффициент сжатия планетарной модели ВГПЗ (2) для EGM-2008 с максимальной степенью разложения $\bar{N} = 2160$ в локальную аналитическую модель степени $n=4$ будет равен $(\bar{N} + 1)^2 / (n + 1)^2 = 4665600 / 25 = 186624$.

В заключении еще раз обратим внимание на то, что в локальную модель ВГПЗ $\tilde{T}$ (15) впервые вкладывается информация не только о самой функции T планетарной модели (1), но и ее производных. Здесь мы ограничились учетом градиентов T первого порядка. Однако степень производных можно повышать до разумных пределов в зависимости сложности функции T .

В данной работе рассмотрен один из этапов создания координатно-гравитационной основы для геодезической сети активных базовых станций. На следующих этапах необходимо: 1) уточнение детальной структуры ВГПЗ в локальном районе по относительным спутниковым ГНСС-измерениям (L, B, H) и традиционным геодезическим измерениям ($H', g, \lambda, \varphi, \alpha$); 2) разработка алгоритмов и компьютерных программ для вычисления координатных (x, y) и гравитационных величин ($H', g, \lambda, \varphi, \alpha$) в произвольных точках внутри локальной области, как функций координат (L, B, H), полученных одним спутниковым приемником относительно ГС АБС. Для реализации этих этапов можно использовать теорию и методику, разработанные для пассивных геодезических сетей [2, 3, 5-9].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Pavlis N.K., Holmes S.A., Kenyon S.C., Factor J.K. An Earth Gravitational Model to Degree 2160: EGM2008/EGU General Assembly 2008. Vienna, Austria, April 13–18, 2008.

2. Сурин, Ю.В. Полевой астрогравигеодезический эталон для метрологических испытаний геодезической аппаратуры [Текст]/Ю.В. Сурнин //Измерительная техника. – 2004. - № 9. – С. 3-7.

3. Сурнин, Ю.В. Определение астрономических, гравиметрических и геодезических трансформант гравитационного поля на локальном участке земной поверхности по спутниковым и традиционным геодезическим измерениям [Текст]/Ю.В. Сурнин //Сб. матер. научного конгресса ГЕО-СИБИРЬ-2005. – Т. 1. – С. 132-136.

4. Гиенко, Е.Г. Некоторые результаты определения гравитационного поля на локальном участке земной поверхности по спутниковым, астрономо-геодезическим и гравиметрическим данным [Текст]/Гиенко Е.Г., Кузьмин В.И., Сурнин Ю.В. // Сб. матер. науч. конгресса ГЕО-СИБИРЬ-2005. – Т. 1. – С. 136-141.

5. Сурнин, Ю.В. Теоретическое обоснование методики определения астрономических координат и азимутов точек на физической поверхности

Земли по спутниковым и наземным измерениям [Текст] /Сурнин Ю.В. //Вестник СГГА. – 2005.- Вып. 10 – С. 3-8.

6. Сурнин, Ю.В. Определение астрономических, гравиметрических и геодезических трансформант внешнего гравитационного поля на локальном участке земной поверхности [Текст]/Сурнин Ю.В.//Вестник СГГА – Вып. 11 – С. 3-8.

7. Сурнин, Ю.В. Математическая модель внешнего гравитационного поля на ограниченном участке земной поверхности по спутниковым и традиционным геодезическим данным [Текст] /Сурнин Ю.В. //Сб. матер. науч. конгресса ГЕО-СИБИРЬ-2006. – Т. 1, часть 2. – С. 79-90.

8. Сурнин, Ю.В. Оценивание геометрических параметров эталонного геодезического полигона СГГА по результатам спутниковых измерений [Текст] /Сурнин Ю.В. // Сб. матер. III междунар. науч. конгресса ГЕО-СИБИРЬ-2007. – Т. 1, часть 2. – С. 30-37.

9. Сурнин, Ю.В. Оценивание гравитационных параметров эталонного полигона СГГА по результатам спутниковых и традиционных геодезических измерений [Текст] / Сурнин Ю.В. // Сб. матер. III междунар. науч. конгресса ГЕО-СИБИРЬ-2007. – Т. 1. –часть – 2. – С.37-42.

10. Сурнин, Ю.В. Локальная поверочная схема для эталонного геодезического полигона СГГА и рабочих средств измерений [Текст] /Сурнин Ю.В. // Сб. матер. III междунар. науч. конгресса ГЕО-СИБИРЬ-2007. – Т.4. – часть – 2. – С. 83-88.

11. Пеллинен, Л.П. Высшая геодезия (Теоретическая геодезия) [Текст]/Л.П. Пеллинен. //Изд. Недра. – М. – 1978.- 264 с.

© Ю.В. Сурнин, 2011

УДК 528.48/625.7

В.А. Середович, А.В. Середович, А.В. Иванов, Е.И. Горохова, О.Р.

Мифтахудинова

СГГА, Новосибирск

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РЕМОНТА И СТРОИТЕЛЬСТВА ДОРОГ

Новое направление в применении технологии наземного лазерного сканирования (НЛС) контроль ремонта и строительства дорог.

Актуальность данного направления продиктована необходимостью вести более точный и качественный геометрический контроль на всех этапах проведения работ. В этом заинтересованы в первую очередь контролирующие организации и заказчики строительства и ремонта автодорог. В статье описывается опыт применения НЛС при контроле строительства и ремонта автодорог и предлагается технология проведения полевых и камеральных работ. Предлагаемая технология позволяет значительно повысить качество контроля строительства автодорог.

V.A. Seredovich, A.V. Seredovich, A.V. Ivanov, Ye. I. Gorokhova, O.R. Miftakhudinova
SSGA, Novosibirsk

POSSIBILITIES OF APPLYING TERRESTRIAL LASER SCANNING FOR ROADS CONSTRUCTION AND REPAIRS

A new field of terrestrial laser scanning application is the control of roads construction and repairs.

The application seems to be important due to the need in a more accurate and qualitative geometrical control of works at all the stages. It is of interest to primarily the supervisory bodies and the customers of roads construction and repairs. The experience of terrestrial laser scanning application in road construction and repairs is described. The technologies for field and office works are offered. The technology offered by the authors allows for the considerable improvement of road construction control.

Новым направлением в применении технологии наземного лазерного сканирования (НЛС) является контроль ремонта и строительства дорог.

Актуальность данного направления продиктована необходимостью вести более точный и качественный геометрический контроль на всех этапах проведения работ. В этом заинтересованы в первую очередь контролирующие организации и заказчики строительства и ремонта автодорог.

Сибирской государственной геодезической академией (СГГА) выполнены практические работы по съемке нескольких участков автодорог, на которых выполнялся капитальный ремонт дорожного полотна с целью проведения контроля и апробации методики выполнения сканерной съемки подобных объектов. Основными задачами данных работ было определение следующих величин:

- Высотные отметки по всей поверхности автодороги;
- Ширина автодороги;
- Толщина удаленных и уложенных слоев дорожного покрытия;
- Объемы уложенного дорожного покрытия;
- Поперечные уклоны дорожного полотна;
- Ровность дорожного полотна до и после ремонта;
- Качество продольных и поперечных сопряжений укладываемых полос;
- Поперечные уклоны обочин;
- Геометрические характеристики повреждений автодорог (выбоин, трещин и т.д.);
- Колейность автодорог;
- Определение осей дорог.

Особенностью работ явилось выполнение сканерной съемки в два этапа: до и после ремонта автодорог в единой системе координат, после чего полученные были совмещены данные, и выполнена оценка объемов и качества ремонтных работ.

Исходя из требований точности, представленных в СНиП 3.06.03.85 [1] было принято решение об использовании в данной работе наземного лазерного сканера LeicaScanStation C10. Для создания планово-высотного обоснования (ПВО) использовался электронный тахеометр Leica TCR 1205.

Непосредственно полевые работы начинались с рекогносцировки местности и визуального осмотра объекта съемки с целью проектирования положения сканерных станций и пунктов ПВО. Точки сканирования выбирались таким образом, чтобы максимально охватить объект работ одним циклом съемки, и исключалась возможность появления «мертвых зон» возникающих из-за препятствий на пути прохождения лазерного луча. При этом соблюдалось условие перекрытия сканов, полученных с соседних сканерных станций, в зонах с достаточной плотностью съемки.

Опыт показал, что средняя скорость сканирования автодорог варьируется от 1,5 до 2 км в день. По завершению полевой части выполнялась камеральная обработка данных НЛС. Данные были переданы в специализированное программное обеспечение для трансформирования всех сканов в общую систему координат и объединения в единую пространственную точечную модель. Полученная модель фильтровалась и сегментировалась для удаления сканерных измерений имеющих случайный характер и не принадлежащих автодороге (строения, деревья, фонарные столбы и т.д.). Затем выполнялась более подробная автоматическая фильтрация массива данных обрабатываемого

участка дороги в ПО RealWorksSurvey фирмы Trimble при помощи специальных фильтров. В результате из общей точечной модели были удалены все измерения, не принадлежащие поверхности дорожного полотна. Далее полученная цифровая точечная модель была обработана в программном обеспечении Surfer для осреднения и разрежения ее до плотности 4 точек на 1 м² а также создания регулярной матрицы высот.

Для упрощения и снижения трудоемкости работ, полученные данные рекомендуется трансформировать во временную условную систему координат, таким образом, что бы одна из осей этой системы координат была максимально возможно параллельна оси автодороги.

Далее при помощи инструментов программного обеспечения Cyclone, формировалась целостная трехмерная цифровая модель (ЦМР или TIN), участка дорожного полотна для первого и второго этапов. Данные результаты являются наиболее универсальными и используются для выполнения автоматических вычислений и построений многими известными программными продуктами, такими как Civil, IndorCAD/Road и т.д. На основе полученных цифровых моделей были вычислены требуемые величины, созданы продольные и поперечные профили автодороги, определены края дорожного полотна и осевая линия, отметки, сечения и т.д.

На основе ЦМР появилась возможность оценить разность поверхностей между двумя этапами работ, определить объемы и составить план с градацией толщин при помощи цвета (рис. 1).

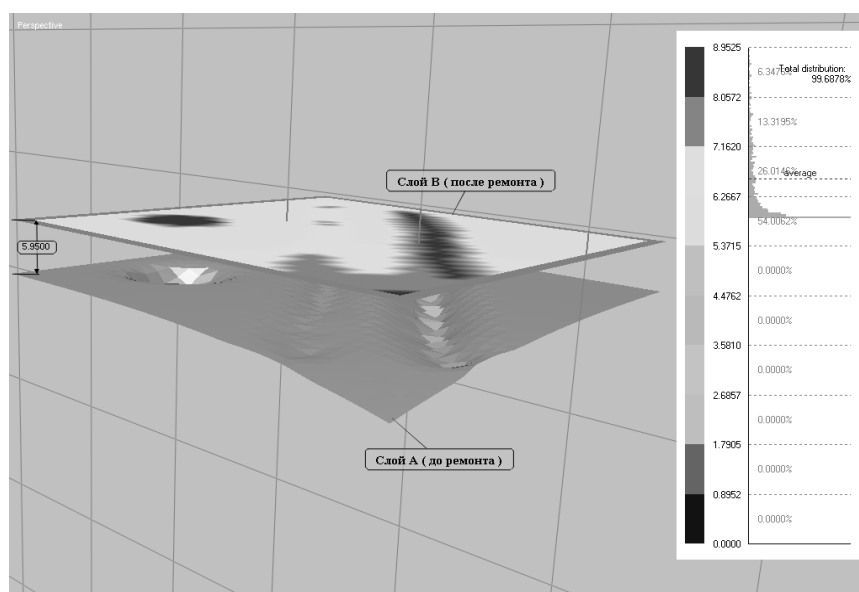


Рис. 1. План градации толщин при помощи цвета на основе ЦМР

Необходимо отметить, что при выполнении дорожными организациями фрезеровки старого покрытия может возникнуть необходимость выполнения промежуточного этапа съемки.

Кроме необходимых величин, данные лазерного сканирования позволяют дополнительно создавать ситуационный план крупного масштаба, на котором

обозначены элементы обустройства автодороги: ливневые решетки, съезды, бордюры. Данные планы могут быть использованы для целей проектирования, инвентаризации, паспортизации и кадастра.

Полученный опыт использования НЛС для контроля качества ремонта автодорог показал преимущества относительно традиционно используемых методов:

- Высокая скорость измерений (10 – 300 тыс. точек в секунду);
- Высокая точность измерений (3-5 мм.);
- Объективность полученных результатов;
- Малое количество шумов и возможность оперативной фильтрации облака точек;
- Получение векторной модели объектов с ошибкой 1-2 мм;
- Возможность сшивки сканов без дополнительных геодезических точек с ошибкой 2-3 мм;
- Возможность оперативного построения векторных моделей объектов;
- Возможность выполнения сканирования с автомобиля;
- Сплошной контроль геометрических характеристик объекта;
- Возможность построения изолиний с любым интересующим шагом (рис. 2).

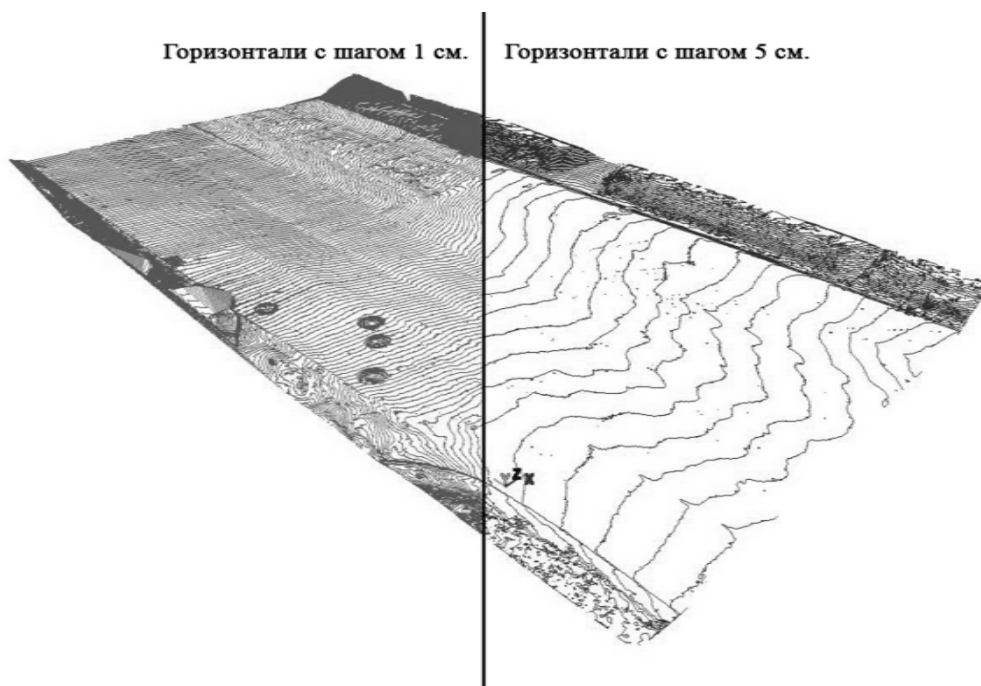


Рис. 2. Выполненные на основе данных НЛС изолинии с шагом 1 см – 5 см

Также были выявлены и некоторые недостатки, к которым можно отнести в первую очередь проблемы оперативного взаимодействия с дорожными подрядными организациями.

Экономический эффект от применения лазерного сканирования составляет порядка 20 % от стоимости работ, а именно за счет:

- Уточнения объемов работ – 2-4 %;
- Реализации системы сплошного контроля поверхности автодороги – 3-5 %;
- Проверки выполнения гарантийных обязательств – 5-7 %;
- Повторного использования материалов при реконструкции, паспортизации, кадастре и т.п. – 5-7 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 3.06.03.85 « Автомобильные дороги» [Текст] / Разработаны Союздорнии (канд. техн. наук Б. С. Марышев, канд. экон. наук Е. М. Зейгер, канд. техн. наук О. И. Хейфец) и ГПИ «Союздорпроект» Минтрансстроя (В. В. Щербаков), Промтрансниипроектом Госстроя СССР (П. И. Зарубин).

© *В.А. Середович, А.В. Середович, А.В. Иванов,
Е.И. Горохова, О.Р. Мифтахудинова, 2011*

УДК 528

А.В. Середович, А.В. Иванов, О.А. Дементьева

СГГА, Новосибирск

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА RISCAN PRO ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ СКАНОВ

В настоящее время для регистрации сканов, как правило, используют специальные марки, определяемые при помощи электронного тахеометра. При этом в данные лазерного сканирования вносятся ошибки тахеометрических данных. В программном продукте RiSCAN PRO реализован подход, при котором регистрация сканов осуществляется по взаимным перекрытиям. В статье приведено описание модуля регистрации и определены основные преимущества данного способа.

A.V. Sereдовich, A.V. Ivanov, O.A. Dementyeva

SSGA, Novosibirsk

RISCAN PRO SOFTWARE PRODUCT APPLICATION FOR SCAN REGISTRATION

Nowadays to register scans special marks, determined by electronic tachometers, are used. The tachometric measurements errors are introduced into the laser scanning data. RiSCAN PRO software product implements the approach therewith the scans are registered by mutual overlaps. The description of registration module and the technique advantages are presented.

Программное обеспечение (ПО), используемые для работы с данными наземного лазерного сканирования можно условно разделить на две группы: управляющее и обрабатывающее ПО. Под обрабатывающим ПО понимаются программы, позволяющие выполнять трехмерное моделирование на основе данных лазерного сканирования. Моделирование заключается в построении твердотельных моделей, полигональных и сплайновых моделей поверхностей, создании различных чертежей. Управляющее ПО предназначено для управления сканером, сбора и хранения данных, регистрации сканов, а также для работы с определенными моделями сканеров (компания, выпускающие сканеры, разрабатывают собственное управляющее ПО). Задача регистрации сканов является одной из ключевых для управляющего ПО, поэтому разработчики уделяют ей много внимания. В статье описан подход к регистрации сканов, реализованный в программном продукте RiSCAN PRO (Riegl Laser Measurement Systems GmbH, Австрия). В ПО RiSCAN PRO реализованы следующие способы регистрации сканов:

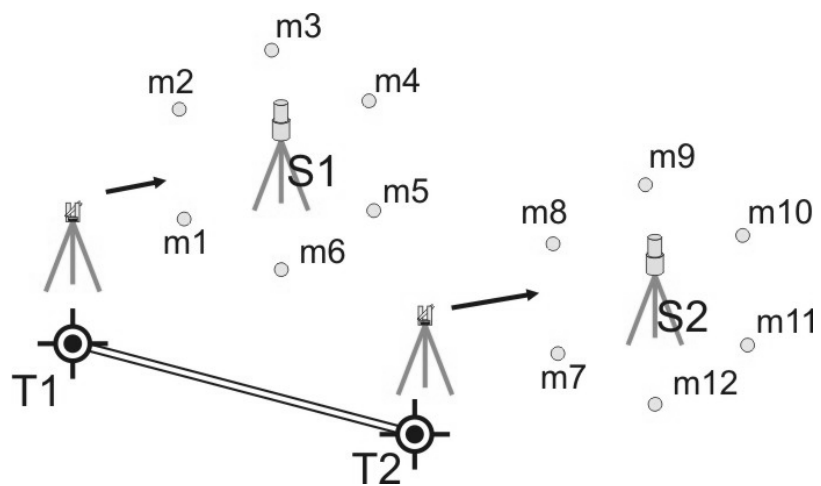
1. По опорным точкам.

Наиболее распространенным способом регистрации сканов является использование опорных точек с известными координатами

сканерных марок, располагаемых в поле зрения сканера. В ходе выполнения сканерной съемки данные марки координируются сканером на каждой станции в условной

системе координат (системе координат сканера), а также с пунктов планово-высотного обоснования (ПВО) при помощи электронного тахеометра (рис. 1).

В ПО RiSCAN PRO реализован подход, при котором связи между марками определяются в автоматическом режиме, по геометрии созвездия. Результатом является таблица, в которой представлены пары идентичных марок и расхождения между координатами марок в обеих системах координат (рис. 2).



T1, T2 – ПВО; S1, S2 – сканерные станции;
m1...m12 – сканерные марки

Рис. 1. Обобщенная схема развития ПВО при работе с наземными лазерными сканерами

TPI ScanPost01 (in PRCS)														
Corresponding tiepoints:			8	Avg. radial deviation [m]:		0.0000								
Standard deviation [m]:			0.0105	Avg. theta deviation [m]:		0.0000								
				Avg. phi deviation [m]:		0.0000								
Name	Link	Intensity	X	Y	Z	θ	φ	Δ X	Δ Y	Δ Z	Δ R	Δ θ	Δ φ	
M105	M105	0.710	86698.814	68182.047	97.235	89.949	38.182	0.007	-0.011	0.003	-0.002	-0.003	-0.013	
M106	M106	0.699	86698.884	68181.048	97.111	89.950	38.182	0.000	-0.004	-0.001	-0.002	0.001	-0.003	
M107	M107	0.781	86706.901	68212.200	97.325	89.949	38.192	0.035	0.002	-0.004	0.029	0.004	-0.020	
M108	M108	0.735	86703.939	68211.786	97.341	89.949	38.193	-0.008	0.004	0.003	-0.004	-0.003	0.008	
M109	M109	0.828	86729.448	68182.025	98.608	89.949	38.173	-0.011	0.006	-0.002	-0.004	0.002	0.012	
M110	M110	0.809	86729.914	68182.015	98.599	89.949	38.172	-0.007	0.003	-0.001	-0.004	0.001	0.007	
M111	M111	0.817	86732.070	68214.157	98.721	89.949	38.185	-0.002	0.003	0.000	0.000	0.000	0.003	
M112	M112	0.817	86734.797	68214.093	98.722	89.949	38.184	-0.014	-0.003	0.002	-0.013	-0.002	0.006	

Рис. 2. Таблица идентичных марок

Оценка точности положения марок, измеренных с использованием наземного лазерного сканера относительно внешней системы координат, осуществляется по значениям расхождения координат марок в обеих системах или ошибок определения линейных и угловых элементов ориентирования.

2. По перекрытиям сканов.

Данный способ основан на поиске и сопоставлении общих объектов в зонах перекрытия сканов. Для этого в ПО RiSCAN PRO существует специальный модуль Multi Station Adjustment. Обработка данных осуществляется в следующей последовательности:

2.1.Предобработка. Данный процесс заключается в определении отдельных общих плоскостей в данных лазерного сканирования, которые будут использоваться при уравнивании. Определение плоскостей может осуществляться как вручную, так и автоматически. При автоматическом определении данные сканирования представляются в виде набора отдельных плоскостей. Параметры поиска плоскостей задаются пользователем. В результате сканы разрезаются в несколько раз, что облегчает дальнейшие вычисления (рис. 3).

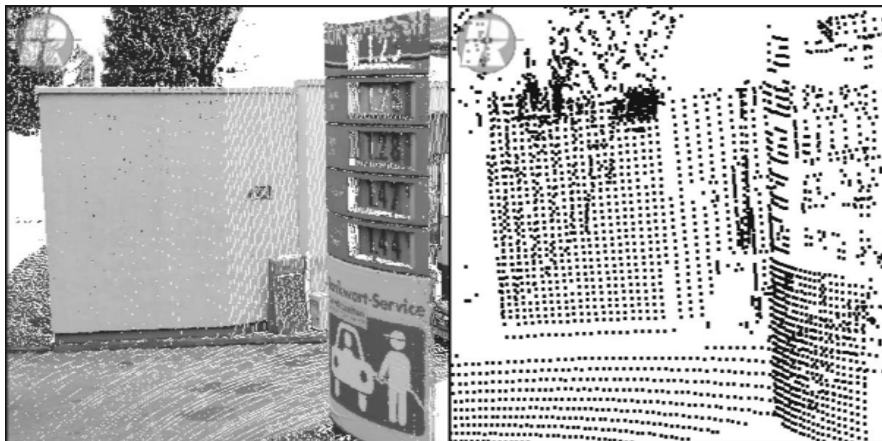


Рис. 3. Результат определения плоскостей (слева – исходный скан, справа – набор плоскостей)

2.2.Уравнивание. В диалоговом окне данной функции задаются:

- Сканерные станции участвующие в уравнивании. При этом можно заблокировать положение и ориентировку каждой станции в пространстве отдельно для каждой оси;
- Тип объектов, участвующих в уравнивании. Это могут быть плоскости (определенные по сканам автоматически или вручную), сканерные марки;
- Параметры уравнивания, такие как радиус поиска общих объектов, допустимые значения погрешностей совмещения объектов.

По результатам уравнивания ПО выдает отчет, который содержит сведения о количестве объектов, средней квадратической погрешности их взаимного положения и распределении погрешностей по направлению и величине (рис. 4).

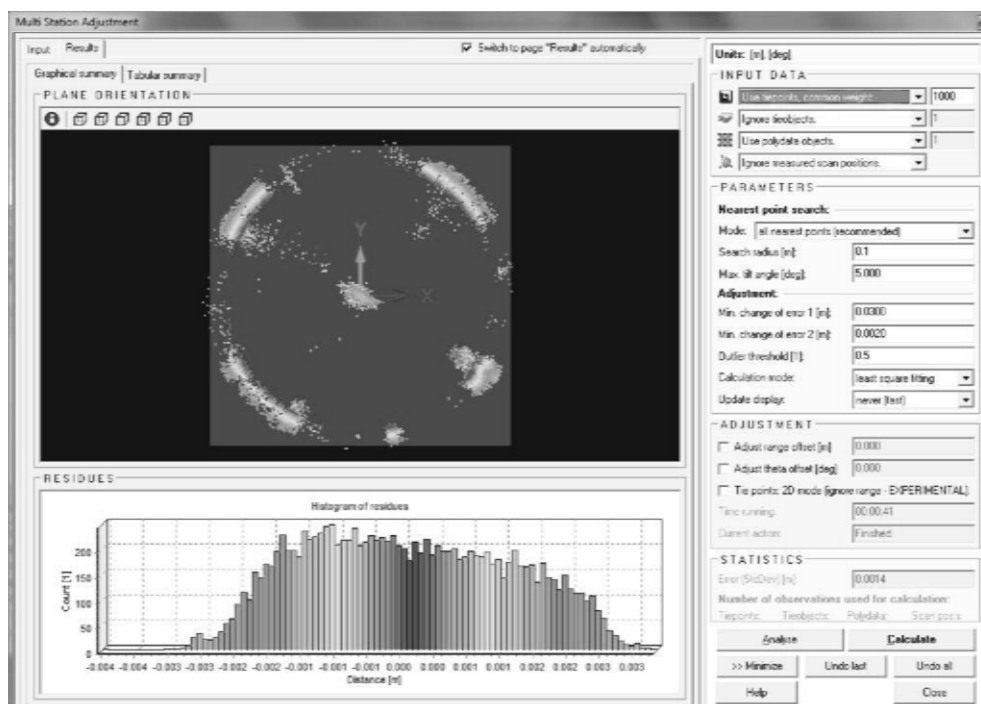


Рис. 4. Отчет о совместном уравнивании сканов

Данная информация позволяет объективно оценить точностные характеристики уравнивания.

Основными преимуществами модуля Multi Station Adjustment являются:

1. Повышение точности регистрации сканов за счет увеличения количества элементов, участвующих в уравнивании;
2. Возможность уравнивания с применением различного типа объектов: сканов, плоскостей, векторных объектов, марок. Для каждого объекта можно задавать вес и блокировать положение и ориентировку в пространстве;
3. Увеличение производительности полевых работ. Это достигается за счет уменьшения количества используемых марок, что является одним из трудозатратных этапов при съемке.

УДК 528

В.А. Середович, А.В. Середович

СГГА, Новосибирск

ОСОБЕННОСТИ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НЛС

Лазерные сканеры находят все большее применение в различных отраслях человеческой деятельности. В статье приведены характеристики современных лазерных сканеров, определены основные проблемы использования данного метода при решении конкретных задач.

V.A. Seredovich, A.V. Seredovich

SSGA, Novosibirsk

TERRESTRIAL LASER SCANNING: FEATURES AND APPLICATION PROSPECTS

Laser scanners are increasingly applied in different fields of human activities. The characteristics of modern laser scanners are given. Main problems of this technique application in the specific fields are revealed.

В настоящее время наземное лазерное сканирование все больше используется во многих областях человеческой деятельности. Это связано с ростом количества сканеров у исполнителей работ и пониманием возможностей метода у потенциальных заказчиков. Особенности метода позволяют говорить о возможностях его применения в любых областях, где необходима информация о размерах каких-либо объектах и их пространственном положении. Традиционно, наиболее востребованным лазерное сканирование является при составлении проектов реконструкции или ремонта инженерных сооружений, фасадов зданий, исторических памятников, автомобильных или железных дорог. Расширение возможностей метода связано также с совершенствованием оборудования. Сканеры становятся все более производительными, увеличивается их портативность, появляются дополнительные функции, такие как датчики угла наклона (компенсаторы), цифровые камеры высокого разрешения, встроенные интерфейсы управления и карты памяти. Для управления современным лазерным сканером, как правило, нет необходимости использовать полевой компьютер и громоздкую внешнюю батарею, что значительно упрощает систему, повышает ее мобильность и производительность выполнения полевых работ. Отдельно хотелось бы отметить рост интереса к мобильным сканирующим системам. Эти системы сочетают в себе такие достоинства как высокая детальность съемки и высокая производительность.

Однако указанные выше особенности и достоинства метода лазерного сканирования обуславливают появление некоторых проблем:

1. Возможности оборудования опережают возможности компьютерной техники. В настоящее время производительность сканеров составляет до нескольких сотен тысяч точек в секунду. Основной особенностью метода лазерного сканирования является получения большого количества избыточных измерений. При современной производительности оборудования за короткий период времени можно набрать огромные объемы информации, измеряемые уже не миллионами, а миллиардами точек. Современные серийные компьютеры, как правило, не позволяют полноценно работать с такими объемами информации. Затруднения возникают при обмене данными, регистрации сканов, трехмерном моделировании поверхностей. Разработчики программного обеспечения (ПО) постоянно пытаются решить данную проблему, однако можно с уверенностью сказать, что используется далеко не весь потенциал возможностей данных лазерного сканирования;

2. Устаревшие нормативные документы. Большинство нормативных документов, регламентирующих геодезические работы при строительстве и эксплуатации инженерных объектов, не содержат ссылок на возможность применения лазерного сканирования. В этой связи возникают ситуации, когда сам метод признается эффективным, но результаты работ не являются официальными. Например, при съемке тоннелей, автомобильных дорог, дымовых труб теплостанций лазерное сканирование позволяет выполнять сплошной контроль геометрических характеристик, однако нормативами это не предусмотрено и такая информация может использоваться только как ознакомительная, но не является официальным заключением.

3. Ограниченные возможности стандартного ПО при решении конкретных задач. В каждой области сложились определенные формы представления материалов геодезических наблюдений. Это могут быть специализированные графики, чертежи, планы и прочее. Стандартное ПО лишь дает возможность выполнять какие-либо общие действия с данными лазерного сканирования и не специализируется на выдаче отчетных материалов заказчику в определенной области. Поэтому у пользователей сканеров часто возникает необходимость составления собственных прикладных программ. Все это приводит к снижению оперативности выполнения работ.

4. Традиционные способы регистрации сканов по точности уступают данным современных сканеров. Традиционно, для регистрации сканов в качестве опорных точек используются специальные марки, располагаемые в пределах поля зрения прибора. Данные марки координируются при помощи электронных тахеометров, и полученные координаты используются при регистрации. Количество марок для каждого скана, как правило, не превышает десяти. При этом погрешность съемки марок электронным тахеометром переносится на данные лазерного сканирования и является дополнительным источником ошибок.

Решение данных проблем позволит в перспективе повысить эффективность применения технологии лазерного сканирования.

© *В.А. Середович, А.В. Середович, 2011*

ВЫПОЛНЕНИЕ ОБМЕРОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СРЕДСТВАМИ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В ходе эксплуатации зданий и сооружений необходимо выполнять обследования с целью определения несущей способности конструкций. Неотъемлемой частью такого контроля являются геодезические обмерные работы. В статье определены возможности использования наземных лазерных сканеров в этих целях, приведены преимущества и проблемы, возникающие при выполнении обмерных работ, а также определяемые характеристики.

A.V. Sereдовich, A.V. Ivanov, A.V. Usikov, O.R. Miftakhudinova
SSGA, Novosibirsk

TERRESTRIAL LASER SCANNING MEASUREMENT OF BUILDING STRUCTURES UNDER EXAMINATION

While being used the buildings and structures are to be examined for the structures ultimate load-carrying capacity. Geodetic measurements are an integral part of this control. The possibility of terrestrial laser scanning application in this field is considered. The advantages and the problems arising in the process of measurement as well as the characteristics to be determined are presented.

Наибольшее влияние внешняя окружающая среда оказывает на здания и сооружения, длительное время находящиеся в эксплуатации. Такие объекты необходимо подвергать обследованию. Основанием для проведения обследования сооружений могут послужить следующие факторы:

- Наличие дефектов и повреждений несущих конструкций, в том числе геометрические изменения (прогибы, крены, просадки и т.д.);
- Реконструкция, перепланировка или увеличение несущей нагрузки;
- Выявление отклонений от проекта, отсутствие проектной документации, изменения функционального назначения, длительный срок эксплуатации или оценка последствий чрезвычайной ситуации.

При выполнении обследования строительных конструкций важную роль играют обмерные работы, в ходе которых измеряются деформации несущих элементов зданий и сооружений. Однако, как правило, при таких работах возникает ряд проблем. В измерительной части - это недоступность или труднодоступность конструкций, большое их количество и сложная геометрия.

При анализе результатов обнаруживаются пробелы в измерениях, их недостаточность. Все это затрудняет и снижает качество обследования строительных конструкций.

Для повышения качества и производительности обмерных работ необходим высокоскоростной дистанционный метод, такой как наземное лазерное сканирование. Применение данного метода позволяет:

- Получать множество избыточных измерений;
- Выполнять сплошной контроль строительных конструкций;
- Объективно оценивать точность измерений;
- Повысить производительность работ;
- Создавать трехмерные векторные твердотельные модели;
- Формировать пакет стандартных графических отчетных документов.

Однако, при выполнении обмерных работ наземным лазерным сканером возникают следующие затруднения:

- Отсутствует прямая видимость (конструкции огорожены, скрыты за потолочными перекрытиями, заставлены техникой и проч.);
- Существуют изолированные помещения;
- Возникают сложности с развитием плано-высотного обоснования (ПВО), связанные с изолированностью помещений.

Пути решения таких проблем на наш взгляд следующие:

- Применение в труднодоступных местах дополнительных средств измерений, таких как лазерные рулетки, отвесы, электронные тахеометры в комбинации с наземным лазерным сканированием;
- Размещение пунктов ПВО на стенах и вертикальных конструкциях, что обеспечит их длительную сохранность, хорошую видимость и возможность использования обратной линейно-угловой засечки при выборе произвольной точки установки тахеометра;
- Применение современных наземных лазерных сканеров, обладающих панорамным полем зрения, высокоточным компенсатором (датчиком наклона) и высокой скоростью;
- Использование комбинированных способов регистрации сканов (по опорным маркам и перекрытиям сканов).

Соблюдение условий, приведенных выше, позволяет быстро и качественно выполнять обмеры несущих конструкций зданий и сооружений, особенно при съемке внутри производственных помещений и решать следующие задачи:

- Создание трехмерных моделей несущих, ограждающих и других конструкций (рис. 1);

- Определение толщин ограждающих конструкций;
- Определение геометрии полов;
- Определение крена и взаимного положения несущих колонн;
- Измерение габаритов зданий и внутренних помещений;
- Составление планов зданий;
- Определение осадок несущих конструкций и фундаментов;
- Определение прогибов балок и ферм.

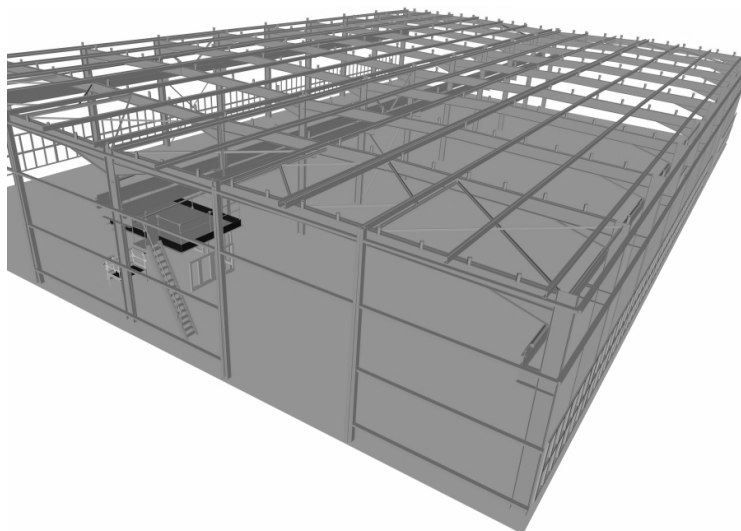


Рис. 1. Трехмерная модель несущих конструкций складского помещения

© А.В. Середович, А.В. Иванов, А.В. Усиков, О.Р. Мифтахудинова, 2011