

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

ГЕО-СИБИРЬ-2010

Т. 1

ГЕОДЕЗИЯ, ГЕОИНФОРМАТИКА,
КАРТОГРАФИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ

ч. 2

Сборник материалов
VI Международного научного конгресса

Новосибирск
СГГА
2010

УДК 528:528.9:622.1
С26

Ответственные за выпуск:

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

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

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-2010. Т. 1. Геодезия, геоинформатика, картография,
маркшейдерия. Ч. 2: сб. матер. VI Междунар. научн. конгресса «ГЕО-Сибирь-
2010», 19–29 апреля 2010 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2010. – 216 с.

ISBN 978-5-87693-382-9 (т. 1, ч. 2)
ISBN 978-5-87693-371-3

В сборнике опубликованы материалы VI Международного научного
конгресса «ГЕО-Сибирь-2010» направления «Геодезия, геоинформатика,
картография, маркшейдерия».

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

УДК 528:528.9:622.1

ISBN 978-5-87693-382-9 (т. 1, ч. 2)
ISBN 978-5-87693-371-3

© ГОУ ВПО «Сибирская государственная
геодезическая академия», 2010

СОДЕРЖАНИЕ

Колмогоров В.Г. Теоретические основы изучения современных деформаций земной поверхности.....	9
Гордеев В.Ф., Малышков Ю.П., Шталин С.Г., Малышков С.Ю., Поливач В.И., Задериголова М.М. Мониторинг напряженно-деформированного состояния оползневого склона по параметрам радиошумов системой АСК-ГП.....	14
Гордеев В.Ф., Малышков Ю.П., Шталин С.Г., Малышков С.Ю., Поливач В.И., Задериголова М.М. Оценка техногенной безопасности на подрабатываемых территориях по параметрам естественного импульсного электромагнитного поля Земли.....	20
Вовк И.Г., Бугакова Т.Ю. Теория определения техногенного геодинамического риска пространственно-временного состояния технических систем.....	25
Вовк И.Г., Бугакова Т.Ю. Декомпозиция и агрегирование систем при реализации системно-целевого подхода	29
Михалицын М.М. О формировании модельных полей вариаций трансформант геогравитационного потенциала при помощи моделей точечных масс (в одномерном пространстве при наличии «ошибок измерений»)	33
Соловицкий А.Н. Мониторинг геодинамических явлений разрушительного характера при освоении месторождений.....	37
Соловицкий А.Н. Оценка риска проявления геодинамических явлений при освоении месторождений	42
Мамаш Е.А., Калуш Ю.А., Ойдуп Т.М., Красильников М.П., Манзырыкчы М.А., Аюнова О.Д., Чупикова С.А. Формирование геоинформационного обеспечения в социально-экономических исследованиях на примере СФО	47
Соболева Е.Л., Архипова О.Б. Исследование возможностей геоинженерных САПР	53
Николаева О.Н. Биogeографические карты – средство для сохранения и рационального использования природных ресурсов.....	57
Щербаков Ю. С. Геоинформационное картографирование интегрированных техногенно-экологических рисков.....	63
Чернов В.В., Глухов О.В., Жуков А.В. Разработка технологии координирования берегов водных объектов для целей мониторинга земель	69
Утробина Е.С., Писарев В.С. Разработка трехмерной модели туристического комплекса «Пихтовый гребень»	75
Удвалцец Г. База геоданных для бассейна реки Туул.....	81
Титов С.С., Вдовин А.И., Мурзинцев П.П. Методика автоматизированной маршрутизации по пересеченной местности	88
Семакова Э.Р., Климов С.И. О возможности использования геоинформационных систем для оценки пространственного	

распределения частоты формирования лавин	91
Ротанова И.Н. Геоинформационные технологии и картографирование в предупреждении и оценке природных и экологических рисков (на примере Алтайского края).....	96
Ротанова И.Н., Ловцкая О.В., Ведухина В.Г., Цимбалей Ю.М. Картографическое моделирование для обеспечения гидроэкологической безопасности в Обском бассейне	101
Паженцева А.О. Экологическое зонирование прибрежных территорий города Усть-Илимска	106
Нольфина М.А. О сельскохозяйственных атласах на примере их изданий 1974–1989 гг.	110
Новоселов Д.Б., Новоселова В.А. Корректурa местности с помощью программного комплекса Credo и космического снимка Google	113
Николаева О.Н., Ромашова Л.А., Гаврилов Ю.В., Суслин В.П. Перспективы развития радиэкологического картографирования Новосибирска и Новосибирской области.....	117
Николаева О.Н., Ромашова Л.А. Применение интегральных экологических карт для эффективного ведения городского хозяйства.....	121
Никитин В.Н. Разработка технологии создания и обновления динамических карт на примере политико-административных карт Российской Федерации	125
Медведская Т.М. Исследование современных методов создания и актуализации цифровых крупномасштабных планов для информационного обеспечения градостроительства	132
Махов Д.Ю., Никитин В.Н., Кулик Е.Н., Пошивайло Я.Г., Загородний В.В. Инструмент управления территориями — геопортал СГГА–ГЕО.....	135
Мандреева Е.Г. Экологическое зонирование города Братска и его окрестностей.....	139
Курепина Н.Ю. Опыт нозогеографического картографирования Алтайского края в целях управления природными рисками.....	144
Куликова Е.А. Непараметрическая классификация спутниковых данных с полуобучением.....	148
Краюхин А.Н. Эффективности использования фундаментальных картографических произведений в качестве государственного информационного ресурса	154
Коптев А.В., Мандреева Е.Г., Паженцева А.О., Олзоев Б.Н. Оценка состояния лесов на территории Усть-Илимского эталонного полигона по результатам полевого и аэровизуального обследования в 2009 г.	158
Комосов Ю.А. Переход от картографической к иерархической модели представления пространственных данных	162
Колганова Е.Ю. ГИС-картографирование историко-культурного наследия на примере города Иркутска	169
Кокорина И.П. Применение геоинформационных методов в зоогеографическом картографировании	173
Касьянова Е.Л. Разработка системы обслуживания туриндустрии в сети	

internet.....	177
Карацай А.А., Санаров А.Г., Ступин В.П. Проблемы подготовки к изданию цифровых топографических карт средствами геоинформационных систем	181
Злыгостев И.Н., Грузнов В.М., Титов Б.Г., Савлук А.В. Аппаратура для аварийно-спасательных работ на водоемах.....	184
Елшина Т.Е. Создание карт для промысла рыбы и дичи на примере Новосибирской области.....	189
Дышлюк С.С., Сухорукова С.А. Использование ГИС-технологий в процессе территориального планирования	191
Добротворский Д.И., Куликова Е.А., Пестунов И.А., Синявский Ю.Н. Веб-сервисы для непараметрической классификации спутниковых данных	195
Гиенко А.Я., Гиенко Г.А. Применение геоинформационных технологий при исследовании географо-экологических систем Приангарья	201
Гагин В.Е., Котельникова Н.В., Олзоев Б.Н., Пластинин Л.А. К программе создания рекреационно-туристской карты республики Бурятия	207
Гагин В.Е., Олзоев Б.Н. К вопросу экологической оценки прибрежной зоны Иркутского водохранилища	212
Вдовин А.И., Титов С.С., Мурзинцев П.П. Принципы создания растровых ГИС для широкого круга пользователей на основе цифровых топографических карт (ЦТК).....	215
Трифонов К.Е. Применение ГИС технологий в процессе оптимизации пространственных параметров трассы газопровода	220
Трифонов К.Е. Информационное обеспечение выбора оптимального положения трассы газопровода.....	224
Лазарев В.М. Возможности метода статистического моделирования для оценки точности геодезических измерений в системе геоэкологического мониторинга для раннего предупреждения об активизации опасных природных и техноприродных процессов	233

CONTENTS

Kolmogorov V.G. Theoretical basis for the Earth's surface current deformations research.....	9
Gordeev V.F., Malyshkov Yu.P., Shtalin S.G., Malyshkov S.Yu., Polivach V.I., Zaderigolova M.M. Monitoring of deflected mode of landslip based on radionoise parameters in ASM-GP	14
Gordeev V.F., Malyshkov Yu.P., Shtalin S.G., Malyshkov S.Yu., Polivach V.I., Zaderigolova M.M. Evaluation of the anthropogenic safety over developed territories by the parameters of a natural pulse electromagnetic field of the Earth	20
Vovk I.G., Bugakova T.Yu. Technogenic geodynamic risk of engineering systems space-time conditions. The theory of determination.....	25
Vovk I.G., Bugakova T.Yu. Decomposition and aggregation of systems with systems-target approach	29
Mikhailitsyn M.M. Formation of model fields of geogravitational potential transforms variations by modeling point masses (in one-dimensional space given "measurement errors")	33
Solowizkij A.N. The monitoring of destructive geodynamic phenomena at the development of deposits.....	37
Solowizkij A.N. The risk evaluation of appearance of geodynamic phenomenon at the development of deposits.....	42
Mamash E.A., Kalush Yu.A., Oydup T.M., Krasil'nikov M.P., Manzyrykchy M.A., Ayunova O.D., Chupikova S.A. GIS dataware development in social-and-economic research by the example of the Bliberian federal district....	47
Soboleva E.L., Archipova O.B. Research of geoengineering systems for computer-aided design	53
Nikolayeva O.N. Biogeographical maps as a means of natural resources rational mangement and preservation.....	57
Shcherbakov Yu.S. GIS mapping for integrated technogenic-and-ecological risks	63
Chernov V.V., Gluhov O.V., Zhukov A.V. development of technology of coordinating of banks of objects of waters for the aims of monitoring of earths	69
Utrobina Ye.S., Pisarev V.S. Development of the 3D model for the tourist complex «Pikhtovy greben».....	75
Udvaltsetseg G. GEO-information database for the Tuul river basin.....	81
Titov S.S., Vdovin A.I., Mursinzev P.P. Technique of the auto routing on the cross-country terrain.....	88
Semakova E.R., Klimov S.I. About possibility of geographical information systems using for spatial pattern assessment of avalanching frequency	91
Rotanova I.N. Geoinformation technologies and mapping for prevention and assessment of natural and ecological risks (Altai krai as a case study).....	96
Rotanova I.N., Lovtskaya O.V., Vedukhina V.G., Tsimbaley Yu.M. Cartographical mapping for provision of hydroecological safety in the Ob	

basin	101
Pagentseva A.O. Ecological zoning of coastal territories of the city of Ust-Ilimsk	106
Nolphina M.A. Agriculture atlases by the example of 1974–1989 editions.....	110
Novoselov D.B., Novoselova V.A. The proof of district by means of program Credo complex and space picture Google.....	113
Nikolayeva O.N., Romashova L.A., Gavrilov Yu.V., Suslin V.P. Prospects for the development of radioecological mapping for Novosibirsk and Novosibirsk region.....	117
Nikolayeva O.N., Romashova L.A. Application of integral ecological maps for the efficient municipal services management	121
Nikitin V.N. Development of the technology for dynamic maps making and updating by the example of the administrative maps of the R.F.....	125
Medvedskaya T.M. Investigation of modern techniques for making and updating digital large-scale plans to provide GIS-support for urban development.	132
Makhov Denis, Nikitin Vyacheslav, Ekaterina Kulik, Poshivailo Yaroslava, Zagorodniy Valentin Management territories – geoportal SSGA-GEO ...	135
Mandreeva E.G. Ecological zoning of city of Bratsk and his outskirts.....	139
Kurepina N.Yu. Experience in nosogeographical mapping of Altai krai for natural risks managment	144
Kulikova E.A. Nonparametric semi-supervised satellite image classification.	148
Krayukhin A.N. About the efficiency of usage of fundamental cartographic works as a state information resource	154
Koptev A.V., Mandreeva E.G., Pagentseva A.O., Olzoev B.N. State estimation of forests on territory Ust-Ilimsk of standard polygon of a software to outcomes of field and aerovisual inspection in 2009.....	158
Komosov Y.A. Transition from cartographical to hierarchical model of representation of the spatial data.....	162
Kolganova E.Y. GIS-mapping of the historical and cultural heritage on the example of city of Irkutsk	169
Kokorina I.P. GIS application in zoogeographical mapping.....	173
Kasjnova El.L. Development of the internet services system for travel industry	177
Karatsay A.A., Sanarov A.G., Stupin V.P. Problems of preparation for the edition of digital topographical maps by means of geoinformation systems	181
Zlygostev I.N., Gruznov V.M., Titov B.G., Savluk A.V. Equipment for accident rescue operations on reservoirs	184
Yelshina T.Ye. Fishing- and hunting- map making by the example of Nobosibirsk region	189
Dyshluk Sv.S., Suchorukova Sv.A. GIS-technologies application for territorial planning.....	191
Dobrotvorskiy D.I., Kulikova E.A., Pestunov I.A., Sinyavskiy Yu.N. Web-services for nonparametric classification of satellite data	195
Gienko A.Ya., Gienko G.A. Geoinformatics for geo-ecological regional monitoring in Priangarie	201

Gagin V.E., Kotelnikova N.V., Olzoev B.N., Plastinin L.A. To the program of creation recreation and tourism of the map of republic Buryatiya	207
Gagin V.E., Olzoev B.N. To the question of ecological estimation of off-shore area of the Irkutsk storage pool.....	212
Vdovin A.I., Titov S.S., Mursinzev P.P. Principles of creation of raster GIS for a wide range of users.....	215
Trifonov K.E. Application of GIS technologies in the course of optimization of spatial parameters of the line of the gas pipeline.....	220
Trifonov K.E. Informational supply of the choice of optimal position of the line of the gas pipeline	224
Lazarev V.M. Capabilities of the statistical modeling method for estimating the accuracy of geodetic measurements in the system of geoecological monitoring for early prevention of the dangerous natural and technogenic processes activization.....	233

УДК 528.482

В.Г. Колмогоров

СГГА, Новосибирск

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗУЧЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

На примере пространственно-временного изменения высоты точки земной поверхности представлена методика изучения основных геокинематических параметров, под которыми понимаются деформации земной поверхности, обусловленные ее современными вертикальными и горизонтальными движениями и их скоростями.

V.G. Kolmogorov

SSGA, Novosibirsk

THEORETICAL BASIS FOR THE EARTH'S SURFACE CURRENT DEFORMATIONS RESEARCH

By the example of the space-time changes of the Earth's surface point height the techniques for investigating main geokinematic parameters are presented. By these the earth's surface deformations are meant, which result from its current vertical and horizontal motions and their velocities

Отражением происходящих в тектоносфере сложнейших физико-химических и термодинамических процессов является рельеф земной поверхности. Поэтому высота каждой точки земной поверхности S над какой-либо исходной уровенной поверхностью S_0 может быть представлена как функция времени t

$$H(t_0) = \int_{-\infty}^{t_0} \frac{dH(t)}{dt} dt ,$$

где t_0 – фиксированный момент времени.

Понимая под высотой расстояние между двумя точками $A(x_a, y_a, z_a) \in S$ и $B(x_b, y_b, z_b) \in S_0$ по нормали $(x_a - x_b)/[D_x S_0(B)] = -[S(A) - S_0(B)]$ к поверхности S_0 в точке B , где $S(A)$ и $S_0(B)$ – аналитические образы поверхностей S и S_0 соответственно, D_i – оператор дифференцирования, высоту $H(A, B, t)$ в момент t можно представить в виде

$$H(A, B, t) = [S(A, t) - S_0(B, t)][1 + (D_x S_0)^2 + (D_e S_0)^2]^{1/2}. \quad (1)$$

Скорость изменения высоты во времени характеризуется полной производной функции $H(A, B, t)$ по времени

$$V_H(A, B, t) = V_x D_x H(A, B) + V_y D_y H(A, B) + V_z D_z H(A, B) + D_t H(t), \quad (2)$$

где первые четыре члена характеризуют скорость изменения высоты вследствие горизонтального смещения точек A и B , а последний определяет скорость вертикального перемещения точки A .

Исходя из определения высоты, поверхность S_0 является неизменяющимся во времени эллипсоидом. Выбрав топоцентрическую систему координат, определяемую внешним направлением нормали к эллипсоиду, с которой совпадает аппликата, а оси абсцисс и ординат расположены в плоскостях меридиана и первого вертикала с положительным направлением на север и восток соответственно (рис. 1), выражения (1) и (2) принимают вид

$$H(A, B, t) = S(F, t) - S_0(B, t), \quad (3)$$

$$V_H(A, B, t) = v_{x_B} D_x S(A, t) + v_{y_B} D_y S(A, t) + D_z z(t), \quad (4)$$

где $V_H(A, B, t)$ – материальная скорость изменения высоты;

$D_x S(A) = \operatorname{tg} v_x = i_x$ и $D_y S(A) = \operatorname{tg} v_y = i_y$ – тангенсы углов наклона (уклоны) земной поверхности в плоскостях меридиана и первого вертикала соответственно (под углом наклона v понимается угол между касательной плоскостью к поверхности S и уровенной поверхностью в точке наблюдения;

$v_{x_A} = v_l \cos \alpha$, $v_{y_A} = v_l \sin \alpha$, v_{z_A} – скорости горизонтальных и вертикальных смещений точки A .

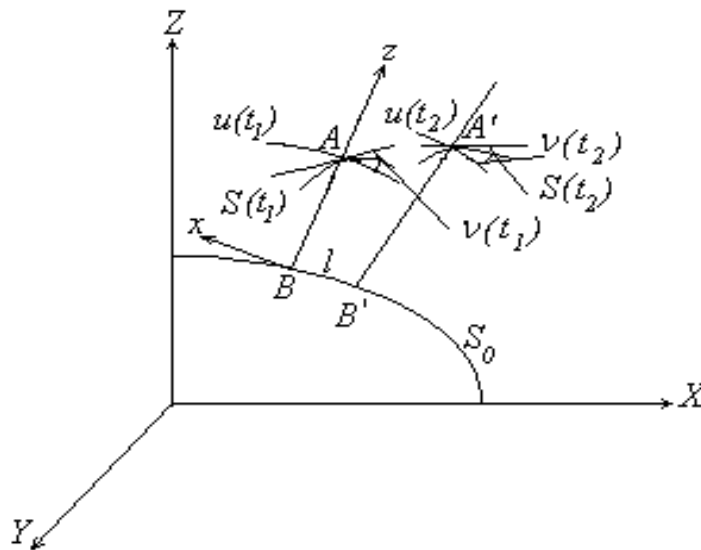


Рис. 1. Изменение геодезической высоты во времени

$S(t_1)$ и $S(t_2)$ – физическая поверхность в моменты t_1 и t_2 ; S_0 – поверхность эллипсоида; $u(t_1)$ и $u(t_2)$ – уровенные поверхности точки A в моменты t_1 и t_2 ; l – горизонтальное смещение точки A ; $v(t_1)$ и $v(t_2)$ – углы наклона поверхности S в моменты t_1 и t_2 .

По малости величин i_x и i_y уравнение (4) примет вид

$$V_H(A, B, t) = (i_x \cos \alpha + i_y \sin \alpha) v_l + v_{z_A}, \quad (5)$$

откуда вертикальный компонент смещения точки A , полученный по результатам повторного нивелирования,

$$v_{z_A} = V_H(A, B, t) - (i_x \cos \alpha + i_y \sin \alpha) v_l, \quad (6)$$

где v_l v_i – скорость горизонтального смещения точки A в направлении α .

Следует отметить, что выражение (6) по своему смыслу является рассматриваемой во временном аспекте известной формулой М.С. Молоденского [1]

$$dH = dh - (\xi \cos A + \eta \sin A) dl,$$

где dH – полный дифференциал высоты H при смещении точек поверхности Земли по азимуту A на расстояние dl ; dh – элементарное нивелирное превышение; ξ и η – компоненты уклонения отвеса в плоскостях меридиана и первого вертикала.

Выражение (5) описывает взаимосвязь вертикальных и горизонтальных компонент деформации земной поверхности, вычисляемых по результатам прецизионного нивелирования. Определяемая скорость изменения высоты в общем случае состоит из двух членов: первый (конвективный) обусловлен перемещением точки A в пространстве независимо от времени, второй (локальный) отражает изменение функции $H(t)$ во времени. Формулы (5) и (6) могут быть использованы при изучении разнообразных пластических деформаций земной поверхности, например, оползней, где одновременно проявляются большие вертикальные и горизонтальные движения земной поверхности.

В практике изучения современных вертикальных движений земной поверхности (СВДЗП) первым членом выражения (5) по его малости пренебрегают и принимают

$$V_H(A, B, t) = v_{z_A} \quad (7)$$

и в таком виде обычно принимают при определении скоростей СВДЗП, зная которые можно получить значение высоты на любой момент по формуле

$$H(A, B, t) = H(A, B, t_0) + V_H(A, B, t) dt, \quad (8)$$

что важно при уравнивании нивелирных сетей, нивелирование которых было выполнено в различные эпохи.

При выполнении прецизионного нивелирования на геодинимических полигонах горизонтальный компонент СДЗП, как правило, не определялся и его влияние, естественно, не учитывалось. Однако на местности с уклоном $i > 0,02$ и горизонтальными подвижками со скоростью более 10 мм/год компонент $(i_x \cos \alpha + i_y \sin \alpha) v_l$ может внести в значение скорости вертикальных смещений земной поверхности существенный вклад, сравнимый по величине с погрешностями измерений.

При изучении современных геокинематических параметров в районах повышенной сейсмической и вулканической активности важное значение имеют не только скорости деформаций земной поверхности, но особенно характер изменения скоростей во времени [2]. В этом случае при выполнении подобных предыдущим операции над величиной $V_H(A, B, t)$ получается

дифференциальное уравнение ускорения изменения высот, описывающее как деформации земной поверхности, так и изменение ее наклонов во времени

$$\begin{aligned} \frac{d^2 H}{dt^2} = & - \left(\frac{dx}{dt} \cos \alpha + \frac{dy}{dt} \sin \alpha \right) \operatorname{tg} \nu \sec \nu \frac{d\nu}{\rho dt} + \left(\frac{d^2 x}{dt^2} \cos \alpha + \frac{d^2 y}{dt^2} \sin \alpha \right) \operatorname{tg} \nu + \\ & + \left(- \frac{dx}{dt} \sin \alpha + \frac{dy}{dt} \cos \alpha \right) \operatorname{tg} \nu \frac{d\nu}{\rho dt} + \frac{d^2 z}{dt^2}. \end{aligned} \quad (9)$$

Первый член формулы (9) обусловлен изменением угла наклона физической поверхности (горизонтальный градиент вертикальных движений) и представляет собой конвективный член уравнения (5), умноженный на $\sec \nu \frac{d\nu}{\rho dt}$, второй член – изменение высоты, обусловленное ускорением горизонтальных движений, а третий – ускорением изменения направления α (вращение) и третий является ускорением собственно вертикальных движений.

Практическая реализация вышеизложенных теоретических основ изучения СВДЗП в кратком виде представлена в работе [3].

В частном статическом случае при некотором $t = \text{const}$ описание деформаций земной поверхности значительно упрощается и представляется, согласно теории деформаций для однородной сплошной среды в виде тензора деформаций

$$\begin{vmatrix} \varepsilon_{xx} & \varepsilon_{xy} & \varepsilon_{xz} \\ \varepsilon_{yx} & \varepsilon_{yy} & \varepsilon_{yz} \\ \varepsilon_{zx} & \varepsilon_{zy} & \varepsilon_{zz} \end{vmatrix}$$

где $\varepsilon_{xx} = \frac{\partial u}{\partial x}$, $\varepsilon_{yy} = \frac{\partial v}{\partial y}$, $\varepsilon_{zz} = \frac{\partial w}{\partial z}$, $2\varepsilon_{xy} = \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}$,
 $2\varepsilon_{zx} = \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x}$, $2\varepsilon_{yz} = \frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z}$,

u , v , w – горизонтальные (u , v) и вертикальные (w) смещения точки A земной поверхности S .

Впервые компоненты деформаций для изучения СВДЗП были предложены Т. Терадой и Н. Миябе [4]. Позднее в США разработаны процедуры вычисления компонент деформации по данным повторной триангуляции (по изменениям углов) [5] и трилатерации (по изменению длин сторон) [6], по разностям длин сторон полигонометрии [7]. В СССР компоненты тензора деформации стали применять в начале 1970-х г. [8]. Предлагаемые методы определения деформаций земной поверхности опираются на предположение об однородном деформировании исследуемого участка земной поверхности, проверку которого предлагается проводить графическим способом с помощью круговых диаграмм Мора [9].

За последние десятилетия появилась обширная литература, освещающая методические приемы вычисления деформаций земной поверхности и комплексной интерпретации получаемых компонент деформации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Молоденский, М.С. Новые методы изучения фигуры Земли / М.С. Молоденский // Геодезия и картография. – 1957. – № 11. – С. 5–10.
2. Tsubokawa I., Ogawa Y., Hayashi Y. Crustal movements before and after the Niigata earthquake // J. Geod. Soc. Japan. – 1964. – Vol. 32, № 10. – P. 3–4.
3. Колмогоров, В.Г. Тектонофизическая интерпретация кинематических параметров Сибири / В.С. Колмогоров // ГЕО-Сибирь-2009. Материалы междунар. симпоз.. Т.1. Ч. 2. – Новосибирск: СГГА, 2009. – С. 122–126.
4. Terada T., Miyabe N. Deformation of the earth crust in Kwansai districts and its relation to the orographic feature// Bull. Earthquak Res. Just., Univ. – Tokyo, 1929.– Vol. 7. – 223 p.
5. Frank F. C. Deduction of earth from survey data // Bull. Seismol. Soc. Amer. – 1966. – Vol. 56, № 1. – P. 34–41.
6. Burford R.O., Eaton J.P., Pakiser I.C. Crustal strain and microseismicity investigations at the National center for earthquake research of the United States Geological Survey // Проблемы современных движений земной коры. – М.: Наука, 1969. – С. 370–377.
7. Meier S. Deformationsraten // Geod. und Geophys. Veroff. – 1976. – R. 3, № 37. – S. 53–55.
8. Есиков, Н.П. Тензорное поле деформаций земной коры и методика его изучения по данным геодезических измерений / Н.П. Есиков// Геология и геофизика. – 1973. – № 7. – С. 72–76.
9. Вишняцкий, Г.Б. К методике интерпретации горизонтальных геодезических измерений // Результаты комплексных геофизических исследований в сейсмоопасных зонах. – М., Наука, 1978. – С. 222–229.

© В. Г. Колмогоров, 2010

УДК 550.3:537.811

В.Ф. Гордеев, Ю.П. Малышков, С.Г. Шталин, С.Ю. Малышков, В.И. Поливач
Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск
М.М. Задегриголова
ООО «ГЕОТЭК», Москва

МОНИТОРИНГ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОПОЛЗНЕВОГО СКЛОНА ПО ПАРАМЕТРАМ РАДИОШУМОВ СИСТЕМОЙ АСК-ГП

В конце 2007 года была запущена в опытную эксплуатацию первая очередь автоматизированной системы контроля геодинамических процессов (АСК-ГП) оползневого склона на трассе магистрального газопровода Уренгой – Помары - Ужгород в районе перехода через реку Кама. Комплекс состоит из 10-и многоканальных геофизических регистраторов «МГР-01», размещенных в антивандальных бункерах на территории склона и за его пределами. Места размещения бункеров выбраны на основании комплексных геофизических исследований, на участках с явно выраженными аномалиями напряженно-деформированного состояния горных пород. В докладе представлены результаты мониторинга напряженно-деформированного состояния оползня в 2009 году по показаниям сети станций регистрирующих естественное импульсное электромагнитное поле Земли (ЕИЭМПЗ) в ОНЧ-диапазоне, размещенных в различных точках берегового склона. Предложена методика комплексной оценки устойчивости оползневого склона и оперативной обстановки безопасной эксплуатации магистрального газопровода. Аномально высокая температура окружающей среды в ноябре-декабре месяце 2009 года, привела к активизации геодинамики, что было зарегистрировано системой АСК-ГП и адекватными инженерными решениями удалось избежать не штатных ситуаций при эксплуатации газопровода.

V.F. Gordeev, Yu.P. Malyshkov, S.G. Shtalin, S.Yu. Malyshkov, V.I. Polivach
Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk
M.M. Zaderigolova
GEOTEK, Ltd., Moscow

MONITORING OF DEFLECTED MODE OF LANDSLIP BASED ON RADIONOISE PARAMETERS IN ASM-GP

Pilot version of Automated System for Monitoring of Geodynamic Processes (ASM-GP) was put into trial operation at the end of 2007 to monitor landslide processes on Urengoy-Pomary-Uzhgorod gas main near the passage over Kama river. The complex consists of ten MGR-01 Multichannel Geophysical Recorders installed inside protected hoppers that are located along and outside the slope. Locations of the

hoppers have clearly pronounced anomalies of deflected mode, they were chosen based on comprehensive geophysical studies. In the report results of monitoring of deflected mode of landslide in 2009 are presented. These results have been obtained based on the records of a station network that indicates natural pulsed electromagnetic fields of the Earth (NPEFE) in VLF range. A procedure was suggested for comprehensive on-line assessment of the landslide stability and safe gas main operation. Anomalously high temperature in November and December of 2009 resulted in geodynamic activation, which was indicated by ASM-GP. Proper engineering solutions were timely made that allowed to avoid contingency in the gas main exploitation.

К концу девяностых годов прошлого столетия довольно четко определилось и стало интенсивно развиваться новое направление изучения горного массива – экологическая геофизика. Оно охватывает широкую проблематику исследований - от очагов нарушения экологической и инженерной устойчивости в зонах активизации экзогенных геологических процессов (карст, оползни, выбросы угля и газа в геодинамических зонах и др.) до случаев техногенеза (термокарст, деформации поверхности в зонах горных подработок, подтопление массива техническими водами, нефтезагрязнения и пр.) [1].

Общая тенденция нового направления – это смещение акцентов в сторону оперативной оценки, контроля и прогноза экологической и инженерной устойчивости грунтов, разработка принципиально новых геофизических технологий. Естественно, что в этой связи все более широкое применение находят радиоволновые методы, основанные на регистрации естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ). Толчком к постановке первых работ по использованию ЕИЭМПЗ в технологии геофизических исследований послужила гипотеза профессора Томского политехнического университета А.А. Воробьева о подземной грозе, высказанная им в конце 60-х годов прошлого столетия [2].

Импульсы электромагнитного поля, несущие информацию о строении земной коры и используемые в данном способе, возникают в массивах горных пород вследствие естественного, постоянно существующего геодинамического и приливного движения земной коры. Процессы механоэлектрических преобразований энергии, вызванные этим движением, сопровождаются потоком электромагнитных импульсов, интенсивность и амплитудно-частотный состав которого определяется структурным и литологическим строением подстилающих пород, их напряженно-деформированным состоянием [3].

В конце 2007 года была запущена в опытную эксплуатацию первая очередь автоматизированной системы контроля геодинамических процессов (АСК-ГП) оползневого склона на трассе магистрального газопровода Уренгой – Помары - Ужгород в районе перехода через реку Кама [4]. Комплекс состоит из десяти многоканальных геофизических регистраторов «МГР-01», размещенных в антивандальных бункерах на территории склона и за его пределами рис.1. Места размещения бункеров выбраны на основании комплексных

геофизических исследований в точках с явно выраженными аномалиями напряженно-деформированного состояния горных пород.

На рис. 1 пунктирными линиями обозначены трассы ниток магистрального газопровода с 1 по 9 нитки. Для исключения помех от металлических труб с анодной защитой от коррозии, бункера установлены между нитками. Реперная станция (Треп), расположена на ровном участке в 80 метрах от склона и результаты всех остальных станций обрабатываются с учетом временных вариаций параметров ЕИЭМПЗ, полученных на ней.

Кроме регистраторов «МГР-01», на склоне оборудованы 4 специализированных скважины, в которых установлены тросовые датчики, регистрирующие горизонтальное смещение грунта на разных глубинах. Одновременно измеряется уровень и химический состав грунтовых вод.

Дополнительно на всех 9-ти трубах газопровода, в верхней и нижней части оползневого склона, установлены интеллектуальные вставки (ИВ), которые измеряют деформацию металла.



Рис. 1. Вид местности на переходе магистрального газопровода через р. Кама и размещение десяти (Т1-Т10) антивандальных бункеров с регистраторами «МГР-01»

Все оборудование работает в автоматическом режиме, с передачей информации каждый час по GPRS на FTP сервер фирмы «Ритм» (г. Краснодар). Дальнейшая обработка, при нашей консультации, проводится сотрудниками ИГЭ РАН (г. Москва) с выдачей результатов геодинамики оползневого склона в режиме «светофора», для соответствующих служб «Газпромтрансгаз-Чайковский».

В качестве примера приведем результаты работы системы в конце октября начале ноября 2009 года, когда по всем параметрам геодинамика оползневого склона находится в статическом, устойчивом состоянии (рис. 2).

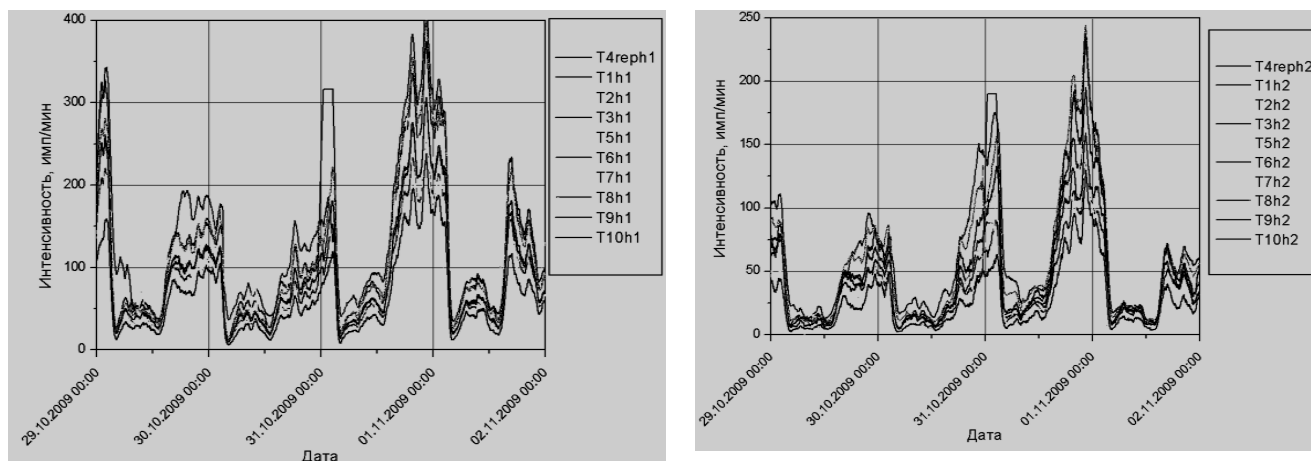


Рис. 2. Временные вариации интенсивности импульсного потока ЕИЭМПЗ по каналам приема север-юг (h1) и запад-восток (h2)

Из рисунка видно, что наблюдается четкая 24-х часовая периодичность импульсного потока ЕИЭМПЗ, как по направлению север-юг, так и по запад-восток, причем показания всех десяти станций имеют высокую взаимную корреляцию.

Первый случай предаварийного состояния магистрального газопровода произошел в марте месяце 2009 года в районе станции Т8 на нитке №9. С 3 марта началось аномальное повышение интенсивности ЕИЭМПЗ на станции Т8, причем максимальная разница по сравнению с показаниями станции Треп достигла 7 марта (рис. 3). В это же время показания ИВ достигли значений 67,9, разрушение металла происходит при показаниях ИВ=70. Было принято решение остановить прокачку газа.

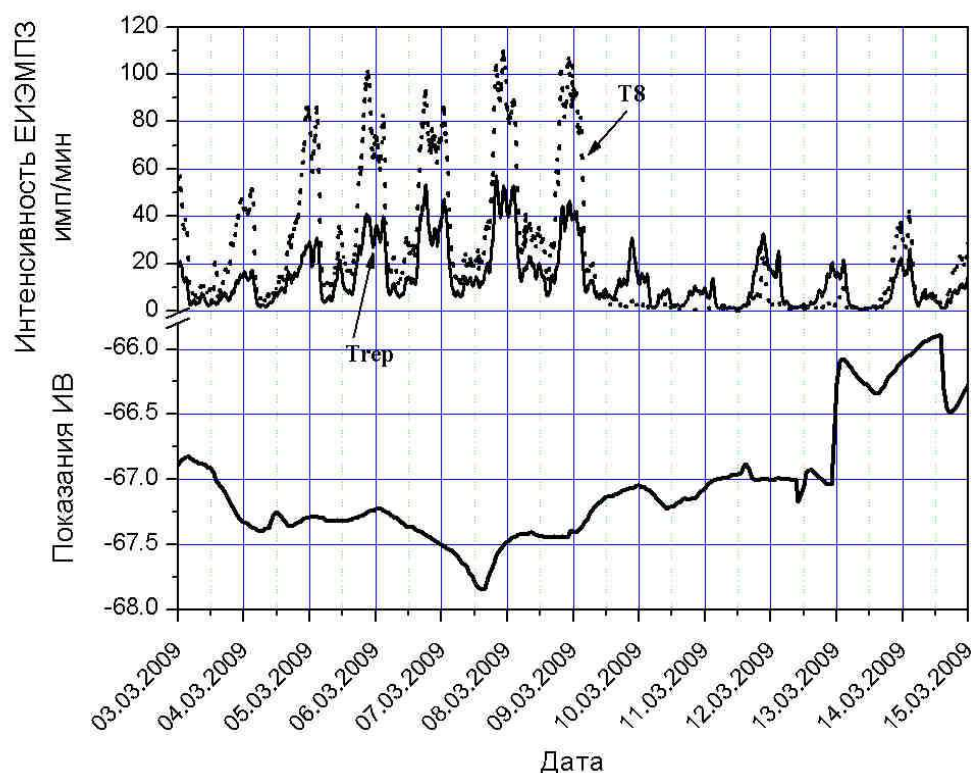


Рис. 3

Из рис. 3. видно, что 9 марта напряжения растяжения сменились на сжатие, по-видимому, за счет проседания грунта по трубе, т.к. показания ИВ скачком достигли нормальных значений. 13 марта напряжения релаксировали, суточный ход на станции Т8 стал соизмерим с показаниями Тrep, следовательно, геодинамика в данном районе стабилизировалась и с 15 марта прокачка газа по нитке №9 возобновилась. Таким образом, по показаниям развернутой системы удалось, не вскрывая трубу, обеспечить работоспособность магистрального газопровода в полном объеме.

Рассмотрим результаты оценки геодинамики оползневого склона за период с ноября по декабрь 2009 года. Во временных вариациях интенсивности импульсного потока ЕИЭМПЗ, зарегистрированных по каналам приема север-юг и запад-восток всех станций, в этот период наблюдались суточные вариации, характеризующиеся закономерными максимумами и минимумами. Отчетливо проявлялась и корреляция по всем станциям и направлениям приема.

Первая аномалия ЕИЭМПЗ была зарегистрирована с 13 по 30 ноября на станциях Т6 и Т8 по направлению запад-восток и с 26.11 по 30.11 на станции Т6 по направлению приема север-юг. В это время наблюдалось аномальное потепление в данном районе с обильными осадками в виде дождя и мокрого снега. По-видимому, такие метеоусловия привели к активизации геодинамических процессов на склоне в районе ниток №7,8,9, о чем свидетельствуют и повышенные показания ИВ на нитках №6 и №9. 28 ноября было принято решение остановить прокачку газа по этим ниткам. К началу декабря температура воздуха понизилась до отрицательной значений и все

процессы в приповерхностном слое Земли стабилизировались, восстановился нормальный суточный ход всех станций, совпадающий с показаниями реперной станции. Деформации так же понизились до нормы и прокачку газа возобновили со 2 декабря 2009 г.

В дальнейшем лишь 17-21 декабря обнаружено незначительное повышение интенсивности ЕИЭМПЗ на станции Т1 (верхняя часть оползня между нитками №1 и №2). В это же время деформация трубы на нитке №1 достигла критических значений, поэтому прокачку газа прекратили с 21 декабря. Возобновили подачу 28 декабря, когда временные вариации интенсивности ЕИЭМПЗ всех станций стали совпадать со значениями, получаемые с реперной станции.

Начиная с 1 января 2010 года, все станции регистрируют фоновый сигнал, характерный для зимнего периода и мы, с большой долей вероятности можем считать, что в настоящее время каких либо опасных геодинамических проявлений ожидать не следует.

Заключение

Результаты мониторинга напряженно-деформированного состояния оползневого склона в 2009 году по показаниям сети станций, регистрирующих естественное импульсное электромагнитное поле Земли, включенных в автоматизированную систему контроля геодинамических процессов (АСК-ГП), показали высокую эффективность оценки устойчивости оползневого склона и обстановки безопасной эксплуатации магистрального газопровода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Задегидолова М.М. Радиоволновой метод в инженерной геологии и геоэкологии.// Издательство Московского университета, 1998, - 319 с.
2. Воробьев А.А. О возможности электрических разрядов в недрах Земли. - Геология и геофизика, 1970, №12, с. 3-13.
3. Малышков Ю.П., Джумабаев К.Б., Малышков С.Ю., Гордеев В.Ф., Шталин С.Г., Масальский О.К. Способ прогноза землетрясений. Патент РФ № 2238575, выдан 20.10.2004, Бюл.. № 29.
4. В.Ф. Гордеев, Ю.П. Малышков, С.Г. Шталин, С.Ю. Малышков, В.И. Поливач. Оценка напряженно-деформированного состояния горного массива по параметрам ЕИЭМПЗ //«ГЕО-Сибирь-2009» Т.1. Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия. Ч. 2. Сб. матер. V Междунар. научн. конгресса «ГЕО-Сибирь-2009.. 20-24 апреля 2009 г., Новосибирск. - Новосибирск: СГГА, 2009, с.71-75.

© В.Ф. Гордеев, Ю.П. Малышков, С.Г. Шталин, С.Ю. Малышков,
В.И. Поливач, М.М. Задегидолова, 2010

УДК 550.3:537.811

В.Ф. Гордеев, Ю.П. Малышков, С.Г. Шталин, С.Ю. Малышков, В.И. Поливач
Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск
М.М. Задегриголова
ООО «ГЕОТЭК», Москва

ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ПО ПАРАМЕТРАМ ЕСТЕСТВЕННОГО ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ

Верхнекамское месторождение калийных солей является одним из крупнейших в мире, запасы которого составляют более 3 млрд. тонн, а соляная залежь распространяется с севера на юг на 200 км шириной до 50 км и занимает площадь 6,5 тыс. кв. км. Добыча полезных ископаемых требует соответствующую инфраструктуру, как промышленного, так и социального назначения.

Появившийся провал осенью 2007 года в черте города Березники заставил всех по-новому взглянуть на старую проблему подработанных территорий и в авральном режиме отселять население и переносить все коммуникации. Особую обеспокоенность вызывает эксплуатация газопроводов-отводов Чусовой – Березники - Соликамск 1,2 (ЧБС-1,2) на участках, подрабатываемых ОАО «Уралкалий» и ОАО «Сильвинит». Существует реальная угроза внезапного нарушения устойчивости поверхности подземными выработками. Следовательно в результате возможна реальна ситуация разрушения газопроводов-отводов ЧБС-1,2, что приведет к техногенной катастрофе с людскими жертвами и на продолжительный период к полному прекращению подачи газа всем потребителям.

В докладе представлены материалы площадных измерений параметров естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ) вдоль ЧБС-1,2, общей протяженностью около 40 км. Выделено 9 зон с аномальными значениями параметров ЕИЭМПЗ, 6 из которых, подтверждены геофизическими исследованиями на предмет превышения деформаций земной поверхности.

V.F. Gordeev, Yu.P. Malyshkov, S.G. Shtalin, S.Yu. Malyshkov, V.I. Polivach
Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk
M.M. Zaderigolova
GEOTEK, Ltd., Moscow

EVALUATION OF THE ANTHROPOGENIC SAFETY OVER DEVELOPED TERRITORIES BY THE PARAMETERS OF A NATURAL PULSE ELECTROMAGNETIC FIELD OF THE EARTH

Verhnekamskoe potassium salt deposit is one of the biggest in the world with more than 3 billion tons of its reserves. The deposit extends from north to south by 200 km and in width up to 50 km making total area about 6.5 thousand km². Minerals mining require certain infrastructure for its both industrial and social purpose.

In the autumn 2007 within Berezniki city arisen rock failure has forced everyone to look in a new way on bygone problem over developed territories and in emergency regime to resettle the population and to transfer all communications. Special alarm is caused by operation of Chusovoy – Berezniki – Solikamsk 1,2 (ChBS-1,2) gas-pipeline-bend over the areas developed by Silvinit Pub. Co. and Uralkaliy Pub. Co. There is a real hazard of sudden stability failure of a surface by underground developments. Consequently as a result of possible anthropogenic influence it is real for the situation of destruction of ChBS-1,2 gas-pipeline-bend that for a long period will lead to a complete cessation of gas supply to all consumers.

In the report materials of the areal measurements of the parameters of a natural pulse electromagnetic field of the Earth (NPEMFE) along ChBS-1,2 total length of which is about 40 km are presented. 9 zones are allocated with anomalous values of the NPEMFE parameters, 6 of which are confirmed by geophysical studies on the subject of deformation excess of the Earth surface.

В областях рудно-добывающей промышленности большие массивы на поверхности Земли оказываются над подработанными территориями, которые в любой момент могут не выдержать техногенных нагрузок и оказаться в эпицентре провалов. Одной из таких территорий является северный Урал, в районе городов Березники и Соликамск, где на протяжении многих лет добывается калийная соль и большие территории, включая города и промышленные предприятия, в настоящее время находятся над подработанными участками Земли. Имеется печальный опыт когда, в районе г. Березники, уже не однократно появлялись провалы. Особую обеспокоенность вызывает эксплуатация газопроводов-отводов Чусовой – Березники - Соликамск 1,2 (ЧБС-1,2) на участках, подрабатываемых ОАО «Уралкалий» и ОАО «Сильвинит». Существует реальная угроза внезапного нарушения устойчивости поверхности подземными выработками. Следовательно в результате возможного техногенного воздействия реальна ситуация разрушения газопроводов-отводов ЧБС-1,2, что на продолжительный период приведёт к полному прекращению подачи газа всем потребителям.

Становится понятным актуальность, разработки автоматической системы мониторинга напряженно-деформированного состояния грунтов на подрабатываемых территориях.

Имея положительный опыт работ при создании комплекса по оценке устойчивости оползневого склона на магистральном газопроводе в Удмуртии, руководство «Газпромтрансгаз-Чайковский» предложило создать систему мониторинга напряженно-деформированного состояния (НДС) грунтов по трассе магистрального газопровода Чусовой-Березники-Соликамск (ЧБС1-2), который проходит в районе подрабатываемой территории Пермского края.

В июле – августе 2009 года, были проведены площадные измерения по трассе магистрального газопровода ЧБС пространственных вариаций ЕИЭМПЗ, с целью выделения мест с аномальными параметрами НДС грунтов и обоснованием структуры комплекса по мониторингу территорий, который бы обеспечил безаварийную работу газовых коммуникаций.

По разработанной в ИМКЭС СО РАН методике исследований пространственных вариаций параметров ЕИЭМПЗ, было обследовано более 50 погонных километров территории, по которой проходит газопровод ЧБС. Приведем некоторые результаты маршрутных измерений параметров ЕИЭМПЗ. На рис. 1 представлены пространственные вариации параметров ЕИЭМПЗ на отводе (длиной 2,2 км) от магистрального газопровода ЧБС до БКПРУ-4. Измерения проводились в июле и более детально (с шагом в 20 м) в августе 2009 г. Критерием аномальных зон считается интенсивность, превышающая фоновые значения не менее чем в 2 раза. Из рис. 1. видно, что не аномальной зоной является область в середине маршрута длиной 300-400 метров. По оси абсцисс отложено расстояние, по оси ординат интенсивность импульсного потока (имп/мин), принимаемого по направлению север-юг (h1), запад-восток (h2). Измерения проводились вдоль трубы на расстоянии 10-20 м от нее.

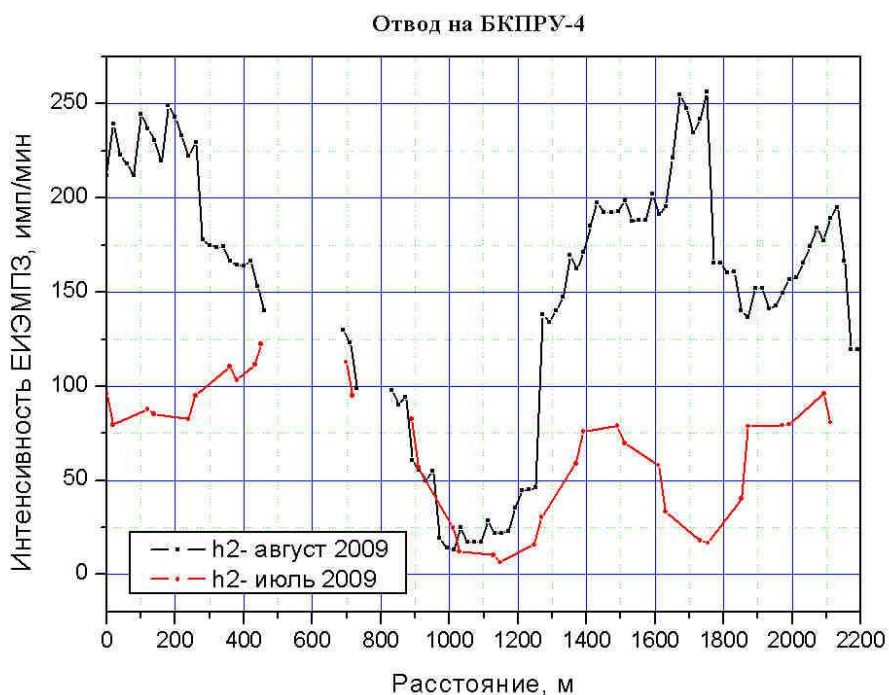


Рис. 1. Пространственные вариации интенсивности ЕИЭМПЗ по маршруту от ЧБС-1,2 до БКПРУ-4

На рис. 2 приведены результаты исследований на магистральном газопроводе ЧБС-1, где по оси абсцисс представлен километраж от г. Чусовой. Из рисунка видно, что аномальная зона находится в районе от 168 до 170 км. Более детальные измерения были проведены в августе месяце, где видно, что аномальная зона проявляется от 168 до 169 км и далее от 171 до 172 км.

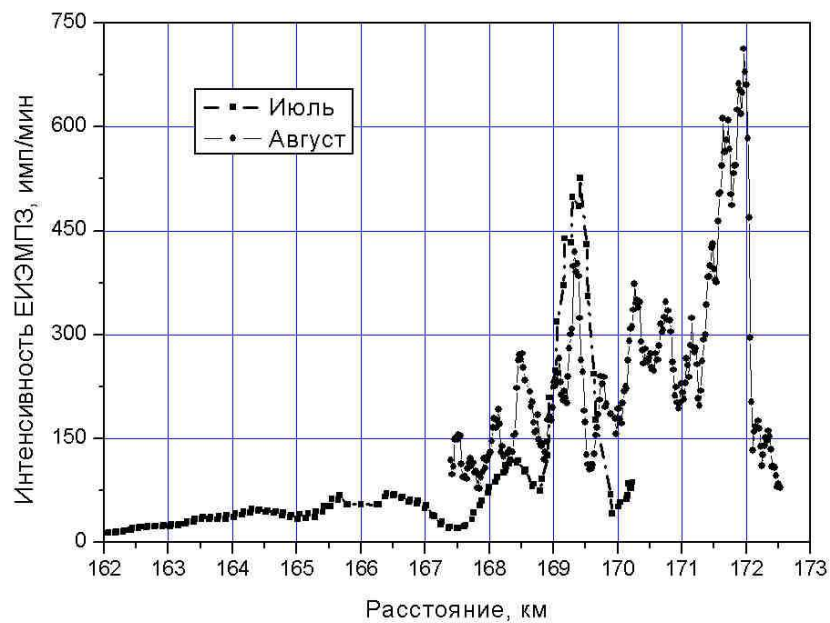


Рис. 2. Зависимость интенсивности ЕИЭМПЗ вдоль газопровода ЧБС-1

Проведя анализ всех измерений, нам удалось выделить зоны геодинамических аномалий и привязать их на местности, результаты представлены на рис.3,  — отмечены особо опасные области,  — промежуточные.

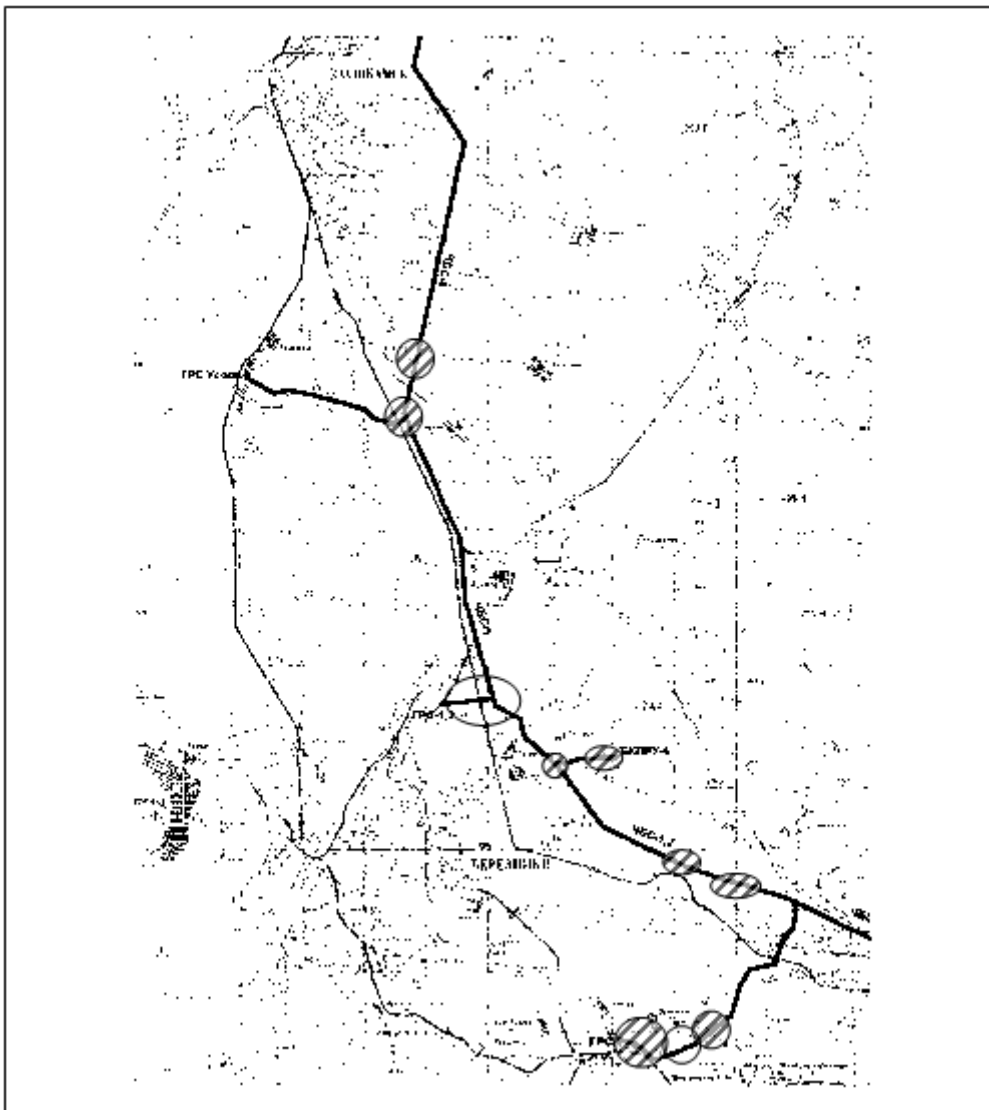


Рис. 3. Результаты геодинамического картирования районов подрабатываемых территорий газопроводов ЧБС-1,2

В заключении можно сказать, что уже на данном этапе, метод, основанный на регистрации ЕИЭМПЗ, получил широкое практическое применение в инженерной геологии для оценки устойчивости оползневых склонов и определения напряженно-деформированного состояния грунтов на подрабатываемых территориях. Экономический эффект трудно оценить в рублевом эквиваленте, поскольку наряду с чисто экономическими характеристиками речь идет и о безопасности людей, проживающих на техногеноопасных территориях.

© В.Ф. Гордеев, Ю.П. Малышков, С.Г. Шталин, С.Ю. Малышков,
В.И. Поливач, М.М. Задериголова, 2010

УДК 502.22 517:519.8

И.Г. Вовк, Т.Ю. Бугакова

СГГА, Новосибирск

ТЕОРИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННОГО ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО РИСКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В статье изложены актуальность оценки безопасности техногенной деятельности человека, сформулирована цель исследований техногенного геодинамического риска пространственно-временного состояния технических систем, определены задачи для достижения цели.

I.G. Vovk, T.Yu. Bugakova

SSGA, Novosibirsk

TECHNOGENIC GEODYNAMIC RISK OF ENGINEERING SYSTEMS SPACE-TIME CONDITIONS. THE THEORY OF DETERMINATION

The paper deals with the safety of human technogenic activities and the urgent problem of its evaluation. The research objective is stated concerning the technogenic geodynamic risk of engineering systems space-time condition. The task is set to achieve the goal.

Проблемы риска и производственной безопасности технических систем (ТС) приобретают всё большее значение. Особую актуальность они приобретают в связи с возникновением техногенных катастроф при строительстве и эксплуатации крупных инженерных сооружений, например, в атомной энергетике, химической промышленности, машиностроении, на транспорте и других отраслях хозяйственной деятельности. Причины техногенных катастроф разнообразны, но многие из них обязаны своим происхождением различным геодинамическим процессам и явлениям.

Геодинамикой называют раздел наук о Земле, лежащий на стыке астрономии, геодезии и геофизики. Основная задача геодинамики – изучение геодинамических систем и происходящих в них геодинамических процессов. Классическим примером геодинамической системы служит система Солнце – Земля – Луна. Геодинамические процессы на планете Земля генерируются её взаимодействием с Солнцем, Луной и другими планетами Солнечной системы, а так же процессами, происходящими в недрах Земли и на её поверхности.

Строительство и эксплуатация ТС нарушает равновесие, сложившееся в геодинамических системах, оказывает влияние на разнообразные процессы, протекающие в недрах Земли и на её поверхности, и генерирует множество разнообразных геодинамических явлений. Эти геодинамические процессы

проявляются в локальных изменениях гравитационного поля Земли, в изменениях условий функционирования и существования ТС, в движениях и деформациях земной поверхности и ТС и других явлениях. Геодинамические системы, в которых ощутима техногенная деятельность людей, называют техногенными геодинамическими системами, а геодинамические процессы, обусловленные техногенной деятельностью людей, - техногенными геодинамическими процессами.

Например, строительство и эксплуатация Саяно-Шушенской ГЭС привели к локальным изменениям гравитационного поля Земли в несколько миллигал (10^{-5} м/с²) и локальным изменениям направления отвеса до 1" [1]. Изменения гравитационного поля и вертикальные смещения земной поверхности происходят и в окрестности разрабатываемых рудных месторождений [2]. В Тюменском регионе на газовых месторождениях, определены вертикальные движения земной поверхности со скоростью 15 мм/год. Движения и деформации земной поверхности техногенного происхождения могут иметь серьёзные последствия вплоть до угрозы безопасности состояния ТС и пребывания людей в указанных районах.

В настоящее время техногенная деятельность человека по своим последствиям становится сопоставимой с последствиями естественных геодинамических процессов. Любые нарушения геодинамического равновесия на Земле сопровождаются не всегда объяснимыми и предсказуемыми последствиями, которые представляют опасность для существования людей. Как известно абсолютную безопасность техногенной деятельности гарантировать в принципе невозможно и поэтому возникает необходимость оценивать меру этой опасности, т. е. оценивать риск опасных последствий техногенной деятельности. *Этим обосновывается актуальность темы исследований.*

В последнее время участились случаи возникновения техногенных катастроф и чрезвычайных ситуаций (ЧС), сопровождающиеся не только значительным материальным ущербом, но и человеческими жертвами и связанные с полным или частичным разрушением ТС.

Одним из значимых направлений в области безопасности техносферы является контроль состояний таких технических систем как строительные сооружения. И по сей день геодезическое обеспечение является необходимым и наиболее доступным для решения этой задачи.

Изучая движения и деформации сооружения, можно судить о его пространственно-временном состоянии (ПВС), оценивать опасность этого состояния и принимать необходимые меры для снижения техногенного риска.

Движение ТС - это изменение его положения в пространстве относительно принятой неизменной системы отсчёта, а деформация – движение частей системы относительно друг друга, сопровождающиеся изменениями формы и размеров всего сооружения или отдельных его частей. Форма, размеры и положение в пространстве ТС, отнесённые к некоторому моменту времени определяют её пространственно-временное состояние, а функции, характеризующие ПВС системы – характеристики состояния. Например,

пространственно-временными характеристиками состояния ТС могут служить координаты контрольных точек сооружения, расстояния между ними, углы между направлениями векторов, связанных с контрольными точками, уравнения линий и поверхностей, описывающих форму сооружения, площади частей поверхности сооружения и другие функции, определённые на множестве контрольных точек. Выбор характеристик для определения ПВС ТС неоднозначен, т. е. существует множество вариантов их выбора для достижения поставленной цели.

Традиционно ПВС системы определяется по координатам конечного числа контрольных геодезических точек, полученным из обработки повторных циклов геодезических измерений, выполненных в фиксированные моменты времени t_j . По этим данным определяется математическая модель ПВС ТС в виде некоторой фазовой траектории в фазовом пространстве. Тогда положение фазовой точки на фазовой траектории, моделирующей эволюцию ПВС ТС, определит опасность состояния ТС в данный момент времени. Для оценки опасности состояния ТС в будущем необходимо выполнить прогнозирование эволюции ПВС ТС и по полученным результатам оценить риск опасного состояния системы.

Только по данным о ПВС или эволюции ПВС ТС определить причины возникновения опасного состояния невозможно. Однако эти данные служат надёжным предвестником возможного перехода сооружения из безопасного или неопределённого состояния в опасное и обосновывают необходимость выявления физических причин такого перехода. Задача будет решена, если определить состояние ТС и установить соответствие между ПВС ТС и мерой опасности состояния ТС.

Следовательно, *цель исследования* состоит в определении пространственно-временного состояния технических систем и оценке техногенного риска, обусловленного изменением ПВС ТС. В связи с многогранностью сформулированной цели меру её достижения необходимо, оценивать не по одному, а по множеству критериев. Вследствие этого может не существовать единственного решения полезного по всем критериям. Для нахождения такого решения потребуется привлечение эвристических методов решения, основанных на интуиции и опыте.

Изложенные обстоятельства свидетельствуют, что достижение сформулированной цели основывается на принципах системно-целевого подхода и осуществляется в результате решения следующей совокупности взаимосвязанных задач:

1. Анализ состояния проблемы: сбор статистических данных, изучение существующих решений, определение требований к результатам, определение требований к исходным данным, обоснование и формулирование проблемы.
2. Разработка теории определения пространственно-временного состояния технических систем.
3. Разработка математической модели для определения пространственно-временного состояния ТС по геодезическим данным.

4. Разработка теории оценки риска перехода ТС в опасное состояние по геодезическим данным.

5. Разработка математической модели оценки техногенного риска по геодезическим данным.

6. Оценка и анализ техногенного геодинамического риска по результатам моделирования пространственно-временного состояния технических систем.

Результаты исследований найдут применение при оценке и анализе техногенного риска в процессе проектирования, строительства и эксплуатации инженерно-технических систем: зданий и сооружений, дорог, нефте- и газопроводов, при решении задач физической геодинамики, в картографии, экологии и геоинформатике.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вовк, И.Г. Системный анализ и моделирование пространственно-временного состояния технических систем [Текст] // ГЕО - Сибирь-2008. Т.3: Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология. Ч.2 : сб. материалов IV Междунар. Науч. Конгр. "Геосибирь 2008" 22 - 24 апр. 2008 г., Новосибирск. - Новосибирск: СГГА, 2008. - С. 132 – 135.

2. Вовк, И.Г. Оценка состояния техногенных систем по геодезическим данным [Текст] // ГЕО - Сибирь-2009. Т.1: Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология. Ч.2 : сб. материалов V Междунар. Науч. Конгр. "Геосибирь 2009" 22 - 24 апр. 2009 г., Новосибирск. - Новосибирск: СГГА, 2009. - С. 211 – 213.

3. Вовк, И.Г. Вариации гравитационного поля при изменении уровня водохранилища [Текст] // Геодезия и картография. – 1982. - №9. – С.12 – 15.

4. Вовк, И.Г. Неприливные вариации силы тяжести в окрестности рудного месторождения [Текст] / Вовк, И.Г., Горленко, Н.М. Повтор. Гравиметр. измерения. – М., 1984. – С. 78-79.

5. Бугакова, Т.Ю. Математическое моделирование эволюции объектов прикладной геодезии [Текст]/ Бугакова, Т.Ю., Вовк, И.Г. Геодезия и картография.-1999.-№11.-С.22-24.

6. Вовк И.Г. Математическое моделирование эволюции геофизических полей [Текст] // Геодезия и картография.- 1997.- №8.- С.8-11.

7. Вовк, И.Г. К вопросу выбора оптимального варианта развития систем [Текст] // Геосибирь - 2007. Т. 1: Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия. Ч1: сб. материалов III Междунар. науч. Конгр. "ГЕО-Сибирь - 2007", 25 - 27 апр.2007 г., Новосибирск. - Новосибирск: СГГА, 2007. - С. 88 – 91.

8. Вентцель, Е.С. Исследование операций [Текст]. - М.: Сов. Радио, 1972. – 522 с.

УДК 502.22 517:519.8

И.Г. Вовк, Т.Ю. Бугакова

СГГА, Новосибирск

ДЕКОМПОЗИЦИЯ И АГРЕГИРОВАНИЕ СИСТЕМ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМНО-ЦЕЛЕВОГО ПОДХОДА

В статье рассмотрено содержание системно-целевого подхода и его применение в решении задач оценки и управления пространственно-временным состоянием технических систем.

I.G. Vovk, T.Yu. Bugakova

SSGA, Novosibirsk

DECOMPOSITION AND AGGREGATION OF SYSTEMS WITH SYSTEMS-TARGET APPROACH

The systems-target concept content is considered. Its application for solving the problems of estimation and management as concerns engineering systems space-time condition is shown.

Содержание системно-целевого подхода составляют две основные процедуры познания и преобразования мира: системный анализ и системный синтез. Эти две процедуры диалектически взаимосвязаны и дополняют друг друга. В них содержатся операции разделения целого на части и объединения частей в целое. Эти операции называют декомпозицией и агрегированием.

Процесс декомпозиции состоит в определении последовательности формальных и неформальных действий, позволяющих представить исходный объект в виде совокупности более простых частей. Этот процесс имеет циклический характер – он может повторно применяться к ранее полученным результатам декомпозиции. Основное требование, предъявляемое к результатам декомпозиции, состоит в представлении системы исчерпывающе подробно и с минимальным по возможности числом элементов и подсистем, обеспечивающим достижение цели. Всё, что не требуется для достижения цели и не нарушает диалектического единства, может быть исключено из рассмотрения. В результате этого описание исходного объекта упрощается, и достижение цели облегчается.

Агрегирование – операция противоположная декомпозиции. В результате агрегирования устанавливают отношения на заданном множестве элементов, и образуется агрегат – такое объединение частей в целое, которое приводит к появлению нового качества за счёт конкретных взаимосвязей между конкретными элементами агрегата. Основная задача агрегирования состоит в

определении структуры системы и значений параметров, наиболее эффективных относительно достижения поставленной цели.

Задачи декомпозиции и агрегирования называют задачами структурного и параметрического синтеза.

Результатом структурного синтеза служит список необходимых для достижения цели частей системы и описание функциональных и информационных отношений между ними.

Задача параметрического синтеза заключается в определении наиболее эффективных значений параметров конструируемого агрегата с учётом всех ограничений, обусловленных взаимодействием с внешней средой и физическими законами его функционирования. По содержанию это задача нахождения вектора $\bar{X}$ выходных параметров системы таких, что целевая функция $F(\bar{X})$ при заданных ограничениях достигает наиболее эффективного значения. Как правило, эти задачи решаются методами математического программирования.

Всякая сложная система характеризуется многомерностью и разнообразием протекающих в ней процессов, имеющих смешанную природу происхождения. Однако не вся эта информация необходима для достижения поставленной цели. Поэтому в результате агрегирования необходимо получить описание системы, позволяющее с необходимой и достаточной для достижения цели полнотой описать систему. Такой агрегат называют *конфигуратором*. Например, конфигуратором для определения положения точки n – мерного пространства является совокупность её координат. Если число координат окажется меньше размерности пространства, то положение точки не будет определено с необходимой полнотой. Разные системы координат – разные конфигураторы. Конфигуратором является описание экономической системы с финансовой, правовой, экологической, общественной и другой точки зрения.

Существуют различные способы декомпозиции и агрегирования систем. Рассмотрим некоторые из них.

Формальная декомпозиция и агрегирование выполняются на основании принятой формальной модели системы. При этом рассматриваемый объект сравнивается с принятой формальной моделью и разделяется на столько частей, сколько их содержится в принятой модели. Например, если в качестве формальной модели выбрана модель типа «чёрный ящик», то результатом декомпозиции будет множество входов и множество выходов, а результатом агрегирования - граф с матрицей смежности, в которой число строк равно числу входов, а число столбцов – числу выходов. Элементам матрицы смежности, соответствующих связанным входам – выходам приписывают значения 1, а не связанным – значения 0.

Аналитическая декомпозиция и агрегирование выполняются, когда имеется возможность конкретизировать понятие простоты, элементарности результата декомпозиции. Примером аналитической декомпозиции может служить представление функций рядами, в которых удерживается количество элементов – членов ряда - обеспечивающее достижение необходимой точности или

методы фильтрации ошибок экспериментальных исследований. В технике примером аналитической декомпозиции может служить конвейерная организация производства или спектрозональные аэрокосмические снимки.

В результате аналитического агрегирования получают аналитическое описание системы, в котором отсутствуют свойства, не требующиеся для достижения цели. В общем случае аналитическое агрегирование требует на множестве элементов (результатов декомпозиции) установления некоторой системы отношений, обеспечивающих достижение цели. В результате этого образуется *агрегат – оператор*. Например, любая функция многих переменных есть агрегат-оператор: на множестве элементов – независимых переменных – функция устанавливает правило их соответствия элементам другого множества. *Агрегат – структура* - чаще всего используется при синтезе систем. Они возникают при описании структуры уже существующей системы или определяются для проектируемой системы. При создании агрегата – структуры необходимо учесть все наиболее существенные отношения между элементами. Эти отношения определяются конфигуратором системы и, следовательно, структур должно быть столько, сколько языков включено в конфигуратор системы. Например, проект организационной системы включает структуры распределения власти, распределения ответственности и распределения информации. Эти структуры лишь с разных сторон описывают одну и ту же систему [1].

Эвристическая декомпозиция и агрегирование осуществляется экспертами – специалистами, обладающими большим субъективным запасом знаний, опыта и интуиции и применяющими специальные методики, называемые эвристиками. Эвристика - приемы и методы поиска решений, основанные на интуиции и учете результатов решений сходных задач в прошлом, накопленном опыте, анализе ошибок. Использование эвристик не всегда гарантирует хороший результат. Но часто они помогают существенно упростить задачу и снизить ее сложность. В ряде случаев такой подход оказывается единственным способом решения задачи.

В процессе эвристической декомпозиции каждый эксперт самостоятельно генерирует варианты декомпозиции и определяет наиболее эффективные для достижения цели. Экспертные варианты могут обобщаться на основании коллективного обсуждения вариантов и выработки общего приемлемого варианта. При эвристическом агрегировании задача состоит в целенаправленном и эффективном объединении частей, полученных в результате декомпозиции.

Имитационная декомпозиция и агрегирование применяется для сложных систем, когда применение других методов невозможно. При имитационной декомпозиции система некоторым образом делится на взаимосвязанные части так, что сохраняется внутренняя и внешняя целостность системы, а декомпозиция частей выполняется каким либо из вышеназванных методов декомпозиции.

Системно-целевой подход является основой для решения многих задач, в том числе и задач, связанных с контролем и оценкой безопасности

геодинамических технических систем (ТС), определяемых по геодезическим данным. Применение методов системного анализа позволяет обнаруживать наиболее существенные, объективные закономерности функционирования ТС, эволюции ее пространственно-временного состояния (ПВС) и обосновывать рекомендации для эффективного управления ТС. Конечно, для этого необходимо экспериментирование. Но прямое физическое экспериментирование на реальных системах невозможно в принципе. Единственным средством получения информации о возможном изменении состояния систем служит моделирование. Модели систем строятся для теоретических целей анализа и для практических целей планирования, управления и прогноза ПВС ТС. Такие модели имеют большое значение при изучении регулирующих факторов, например, устойчивости ПВС ТС. Они позволяют лучше осмыслить динамику ПВС изучаемых систем, выработать рекомендации по рационализации их структуры и методов прогнозирования и управления, а, следовательно, своевременно предотвратить возникновение чрезвычайных ситуаций ТС, зачастую влекущих за собой огромные материальные потери вплоть до человеческих жертв.

Результатом системного анализа, как правило, является принятие решения, обеспечивающего достижение поставленной цели – частичная или полная ликвидация рассматриваемой проблемы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Перегудов, Ф.И. Основы системного анализа [Текст]/ Ф.И. Перегудов, Ф.П. Тарасенко: учеб. 2-е изд. доп.- Томск: НТЛ,1997.-396с.: ил.
2. Вовк, И.Г. Системный анализ и моделирование процессов в техносфере [Текст].- Новосибирск, 2004.- 48с.

© И.Г. Вовк, Т.Ю. Бугакова, 2010

УДК 528.2:519.654:519.2

М.М. Михалицын

СГГА, Новосибирск

О ФОРМИРОВАНИИ МОДЕЛЬНЫХ ПОЛЕЙ ВАРИАЦИЙ ТРАНСФОРМАНТ ГЕОГРАВИТАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРИ ПОМОЩИ МОДЕЛЕЙ ТОЧЕЧНЫХ МАСС (В ОДНОМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ПРИ НАЛИЧИИ «ОШИБОК ИЗМЕРЕНИЙ»)

Для вычисления значений вариаций трансформант в некоторых точках можно использовать систему точечных масс, сформированную по известным в узловых точках значениям вариаций трансформант. Однако задача формирования системы точечных масс является некорректно поставленной. В этом случае для решения такой задачи можно использовать метод регуляризации. Рассматривается предварительный случай (в одномерном пространстве) решения задачи формирования модели системы точечных масс. Необходимо провести дальнейшие исследования для выявления ситуаций, в которых формируются надежные модели системы точечных масс и тех ситуаций, в которых этого не происходит.

M.M. Mikhalitsyn

SSGA, Novosibirsk

FORMATION OF MODEL FIELDS OF GEOGRAVITATIONAL POTENTIAL TRANSFORMS VARIATIONS BY MODELING POINT MASSES (IN ONE- DIMENSIONAL SPACE GIVEN "MEASUREMENT ERRORS")

To compute the values of transforms variations in some points the point mass system may be used. It is formed by the known transforms variations values in the node points. However the problem of mass point system formation is stated incorrectly. In this case the method of normalization should be used. The preliminary pattern (in one-dimensional space) of the problem solution is considered. It concerns the development of point masses system model. Further investigation is required to reveal the conditions favourable for the reliable point mass system formation as well as the conditions under which it never happens.

Задача определения геогравитационного потенциала, его трансформант и вариаций (изменений во времени) трансформант является одной из основных задач физической геодезии.

Вариации трансформант можно определить из повторных измерений характеристик гравитационного поля Земли, например, аномалий силы тяжести. В некоторых случаях число измерений является большим или иногда невозможно выполнить измерения в некоторых точках. Если, характер

изменения гравитационного поля известен (например, известно перемещение масс внутри или на поверхности Земли), то значения этих вариаций можно вычислить, используя различные модели, в частности, модели точечных масс [1].

В этом случае, когда характер перемещения масс не известен, задача формирования системы точечных масс по известным (в узловых точках) значениям трансформант является некорректно поставленной, то есть решение (в соответствии с теоремой Стокса [2]) не является единственным. Как известно [3], для решения некорректно поставленных задач можно применить метод регуляризации, в котором вектор m (значений системы точечных масс) можно определить следующим образом:

$$m = R \cdot u \quad (1)$$

где u - вектор содержащий "измеренные" значения вариаций трансформант в узловых точках;

$$R = (A^T A + \alpha E)^{-1} A^T - \text{регуляризирующий оператор};$$

$$A = \{-\gamma * dz_{i,j} * s_{i,j}^{-3}\}$$

γ - гравитационная постоянная;

$s_{i,j}$ - расстояние между узловыми точками и точечными массами;

$dz_{i,j}$ - проекция $s_{i,j}$ на ось z ;

α - параметр регуляризации.

В этом случае можно сформировать ряд моделей систем точечных масс и вычислить значения трансформант в контрольных и "определяемых" точках (на моменты времени t_1 и t_2) для выявления зависимости между функциями (вариациями) полученными в этих точках.

Вначале можно предварительно сформировать "опорную" модель гравитационного поля (на момент времени t_1) разместив узловые, контрольные и "определяемые" точки на поверхности и точечные массы на некоторой "глубине". Затем можно переместить некоторые точечные массы, сформировав модель гравитационного поля (на момент времени t_2). После этого можно вычислить значения вариаций трансформанты во всех точках (получив "измеренные" значения). Далее используя только "измеренные" значения в узловых точках можно сформировать различные модели систем точечных масс методом регуляризации, выбрав из всех полученных моделей одну оптимальную (по значениям трансформант в контрольных точках).

Для одномерного случая можно разместить узловые, контрольные, "определяемые" точки вдоль некоторой линии, например, вдоль оси x и точечные массы на некоторой "глубине" так же вдоль этой оси.

В численном эксперименте (для одномерного случая) при формировании модели системы точечных масс, координаты точечных масс выбирались случайным образом, при этом сами значения точечных масс вычислялись по формуле (1). По полученной модели системы точечных масс вычислялись значения функции в контрольных точках и сравнивались с "измеренными". Затем формировались новые модели системы точечных масс, также вычислялись значения функции в контрольных точках и сравнивались с "измеренными". После формирования ряда моделей системы точечных масс

выбиралась оптимальная модель, для которой средние квадратические отклонения "измеренных" от вычисленных значений были минимальны. Необходимо отметить, что полученные оптимальные модели системы точечных масс значительно отличались от исходной "опорной" модели системы точечных масс, по которой формировалось гравитационное поле, а в отдельных случаях, значения масс оптимальной модели системы точечных масс получались отрицательными. По выбранной оптимальной модели вычислялись значения функции в "определяемых" точках. При проведении численных экспериментов по формированию модели системы точечных масс и вычислению значений функции в "определяемых" и контрольных точках рассматривались случаи, когда считалось, что отсутствуют ошибки измерений вариаций и случаи когда в "измеренные" значения вносились "ошибки измерений". Вычислялись также величины $k=df/dF$ и $k_0=df_0/dF_0$. Здесь df - среднее квадратическое отклонение вычисленных значений от измеренных в "определяемых" точках (без ошибок измерений); dF - среднее квадратическое отклонение вычисленных значений от измеренных в контрольных точках (без ошибок измерений); df_0 - среднее квадратическое отклонение вычисленных значений от измеренных в "определяемых" точках (с учетом "ошибок измерений"); dF_0 - среднее квадратическое отклонение вычисленных значений от измеренных в контрольных точках (с учетом "ошибок измерений").

Для оптимальных моделей полученных методом регуляризации (без "ошибок измерений") прослеживается зависимость между df и dF , причем (для данных численных экспериментов) значения $k=df/dF$ незначительно отличались от единицы (часто были меньше единицы). В том случае, когда присутствовали в "измеренных" значениях "ошибки измерения" (в проведенных численных экспериментах) в одних случаях значения $k_0=df_0/dF_0$ незначительно отличались от единицы, а в других случаях эти значения k_0 были больше единицы.

Следует отметить, что данные эксперименты являются предварительными, необходимо провести так же численные эксперименты для уточнения зависимости средних квадратических отклонений от величин ошибок измерений и от числа обусловленности матрицы A . Необходимо провести также эксперименты для двумерного и трехмерного случаев (так как одномерный случай не отражает реальных вариаций гравитационного поля), а затем эксперименты с целью прояснения вопроса выбора контрольных и узловых точек (для двумерного и трехмерного случаев) и выявления тех ситуаций, в которых можно применять данную методику и тех ситуаций, для которых не следует ее применять.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шимбирев, Б.П. Теория фигуры Земли / Б.П. Шимбирев. - М.: Недра, 1975. - 431с.
2. Грушинский, Н.П. Теория фигуры Земли / Н.П. Грушинский. - М.: Наука, 1976. – 512с.

3. Тихонов, А.Н. Методы решения некорректно поставленных задач / А.Н. Тихонов, В.Я. Арсенин. - М.: Наука, 1986. - 286с.

© *М.М. Михалицын, 2010*

УДК 528.1: 622.8
А.Н. Соловицкий
КузГТУ, Кемерово

МОНИТОРИНГ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ РАЗРУШИТЕЛЬНОГО ХАРАКТЕРА ПРИ ОСВОЕНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Предлагается методика мониторинга геодинамических явлений (ГДЯ) разрушительного характера при освоении месторождений.

A.N. Solowizkij
Kuzbass State Technical University (KuzSTU)
28 Wesennaya Ul., Kemerowo, 650000, Russian Federation

THE MONITORING OF DESTRUCTIVE GEODYNAMIC PHENOMENA AT THE DEVELOPMENT OF DEPOSITS

There was devised the monitoring of destructive geodynamic phenomena (GDPh) at the development of deposits.

Крупные аварии на шахтах Кузбасса (“Тайжина“, “Листвяжная“, “Есаульская“ и др.) показали, что системы управления промышленной безопасностью угольных предприятий не могут обеспечить приемлемый её уровень при резком увеличении производительности горношахтного оборудования и нагрузки на очистной забой. При этом известно, что разрушительный характер имеют геодинамические явления (ГДЯ): горно-тектонические удары, техногенная сейсмичность и др.

В 21-м веке прогнозируется еще более масштабное освоение недр Кузбасса, особенностью которого является высокая концентрация горных работ на ограниченной территории в сочетании с расположением 40 % шахт и разрезов в зонах влияния глубинных разломов. Отечественной и зарубежной практикой установлено, что затраты оценки природных геодинамических явлений катастрофического характера во много раз меньше, чем затраты на ликвидацию их последствий. Поэтому для безопасного освоения новых территорий и уже разрабатываемых месторождений необходим мониторинг развития медленных деформационных процессов (МДП) блоков земной коры, приводящих к проявлению ГДЯ.

Для реализации данного мониторинга предлагаются: новый метод сбора информации; усовершенствованная методика математической обработки; разработанная автором система оценки и прогноза развития явления.

Для сбора информации предложен и разработан метод структурно ориентированных построений на ГДП в районе месторождения, коренными отличиями которого являются [1]:

- Конструкция построений ГДП в виде специальных сетей со структурно ориентированным расположением пунктов;
- Учет иерархии блочного строения в районе месторождения – многоуровненными построениями;
- Учет глубины проникновения разломов разновысотностью пунктов путем их глубинного заложения (300 м при его размерах до 1 км);
- Взаимно обусловленная комплексность повторных наблюдений на пунктах ГДП, основанная на корректности приведения к одной системе координат и эпохе.

В данном случае первый уровень – это структурно ориентированные построения ГДП отдельного блока земной коры. Второй уровень – это структурно ориентированные построения ГДП блоков одного ранга на участке земной коры. Третий уровень – это структурно ориентированные построения ГДП блоков разных рангов на участке земной коры.

Пункты ГДП подразделяют: на мобильные и стабильные.

Каждый блок земной коры предлагается закреплять на местности мобильными пунктами ГДП в вершине и в узлах пересечения разломов, при этом простейшей фигурой, которую они образуют, будет являться тетраэдр.

Такая схема позволяет оценивать изменения во времени деформаций (напряжений) не в какой-то плоскости, а на глубине h , характеризующей центр тяжести этого построения.

Закрепление трех стабильных пунктов ГДП проводится в условно-стабильном блоке земной коры.

Закрепление пунктов сети ГДП предлагается проводить кустами с подземными центрами разной глубины заложения с датчиками для регистрации температуры, что позволит иметь более конкретную информацию о количественных характеристиках движений и деформаций разных структур, что в настоящее время не используется в традиционных технологиях.

Основным критерием при регистрации кинематики блоков земной коры, гравитационного и теплового полей при исследовании закономерностей МДП блоков земной коры является точность, необходимая для выявления медленных скоростей деформаций земной коры, не приводящих к проявлению геодинамических явлений.

Средние квадратические погрешности высокоточных комплексных наземных или спутниковых наблюдений на ГДП m , необходимые для выявления медленных скоростей деформаций земной коры $V_E [t-t_0]$, не приводящих к проявлению геодинамических явлений, зависят от периода времени проведения исследований $t-t_0$, вида наблюдений A , геометрии блоков (построений) L и имеют общий вид:

$$m \leq F(V_E [t-t_0]; A; L; t-t_0). \quad (1)$$

Проведение данных наблюдений выполняется комплексом наземных и космических средств – это минимум взаимно обусловленных высокоточных геодезических и геофизических методов и приборов, обеспечивающий

корректность приведения результатов наблюдений к одной системе координат и эпохе при высокой степени автоматизации и оперативности. Данный комплекс высокоточных повторных наблюдений на ГДП (наземных, подземных и спутниковых) обеспечивает полноту информации, которая характеризует достаточность и эффективность её использования.

Эффективность информации, полученной при мониторинге, заключена в минимуме комплексных наблюдений, которые обеспечивают корректность приведения к одной системе координат и эпохе при определении, анализе и прогнозе параметров МДП блочного массива горных пород месторождения.

Математическая обработка информации обусловлена её оценкой и прогнозом в основу, которого положено зонирование блоков земной коры по степени опасности развития МДП. Для поведения данного зонирования авторами обоснован классификационный признак.

Выполненный автором анализ геомеханического обеспечения открытой, подземной и строительной геотехнологии показывает, что основным параметром напряженно-деформированного состояния (НДС) массива горных пород является тензор деформаций (напряжений), а при оценке опасности динамических явлений в шахтах и рудниках оценивается энергетический баланс [1].

Поэтому предложено принять в качестве признака изменения во времени компонентов деформации блока земной коры, позволяющие последовательно определять изменения во времени напряжений и потенциальной энергии деформирования, что характеризует интегральность данного параметра.

Динамические параметры блочного массива горных пород месторождения характеризуют изменения во времени напряжений (деформаций) и потенциальной энергии, обуславливающие его кинематику, и определяются последовательно в четыре этапа по программе “ВМ” для ПЭВМ:

- На первом этапе – изменения во времени деформации структурно ориентированных построений ГДП;
- На втором этапе – соответствующие изменения во времени напряжений;
- На третьем этапе – оценка точности;
- На четвертом – изменения во времени потенциальной энергии.

При проведении зонирования блоков земной коры по степени опасности МДП предлагается следующая классификация, включающая четыре степени опасности [2]:

- I-я – геодинамически неактивный блок земной коры;
- II-я – геодинамически активный блок земной коры (ГАБ);
- III-я – геодинамически активный блок земной коры, в котором формируется очаг геодинамического явления (ГДЯ), потенциально удароопасный при подземной геотехнологии освоения недр;
- IV-я – геодинамически активный блок земной коры, в котором произошло проявление ГДЯ.

Общий вид критерия зонирования предложен на основе выполнения условия

$$Ve_{ii}[t-t_0] \geq kVe_n[t-t_0], \quad (2)$$

где $Ve_n[t-t_0]$ – скорости деформации земной коры, не приводящие к проявлению геодинамических явлений ($1 \cdot 10^{-6}$ в год); k – коэффициент.

Степень опасности развития МДП блока земной коры устанавливается по величине скоростей компонентов изменения во времени деформаций блока земной коры с помощью табл. 1.

Таблица 1. Степень опасности развития МДП блока земной коры от скорости компонентов изменения во времени деформаций

Степень опасности	Скорости компонентов изменения во времени деформаций, в год
I	Менее $3 \cdot 10^{-6}$
II	Более $3 \cdot 10^{-6}$
III	$1,21 \cdot 10^{-4}$
IV	Более $1,21 \cdot 10^{-4}$

При установлении II-ой степени опасности определяется:

- Тип геодинамической ситуации;
- Контроль изменений во времени ориентирования главных осей деформаций (напряжений) блочного массива горных пород в районе месторождения.

В выделенных ГАБ месторождения при открытой и комбинированной геотехнологии его освоения проводится исследование формирования очага геодинамического явления, а при подземной – оценка потенциальной удароопасности.

Такой подход позволяет целенаправить исследования развития МДП блоков земной коры месторождения и применить типовые меры профилактики: системы разработки, порядок отработки, раскрой шахтных полей, ориентирование направлений капитальных горных выработок и их форму.

Для прогноза опасности развития МДП блоков земной коры с проявлениями ГДЯ разрушительного характера предложена оценка риска данного проявления.

Для определения данных коэффициентов формируются интегральные коды по показателям опасности и уязвимости, которые обеспечивают возможность управления степенью риска проявления ГДЯ разрушительного характера путем реализации соответствующих профилактических мер.

Разработанная оценка риска проявления ГДЯ разрушительного характера позволяет установить возможный ущерб, что обеспечивает обоснование экономической эффективности предложенного мониторинга.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Соловицкий, А. Н. Интегральный метод контроля напряженного состояния блочного массива горных пород [Текст] / А. Н. Соловицкий. – Кемерово: ГУ КузГТУ, 2003. – 260 с.
2. Соловицкий, А.Н. Зонирование блочного массива горных пород месторождения – основа предупреждения развития природных и техногенных геодинамических процессов катастрофического характера [Текст] / А. Н. Соловицкий // Современные проблемы экологии и природопользования: теоретические и практические аспекты: Материалы Международной научно-практической конференции. – Кемерово, 2009. – С. 70–73.

© А.Н. Соловицкий, 2010

УДК 622.8
А.Н. Соловицкий
КузГТУ, Кемерово

ОЦЕНКА РИСКА ПРОЯВЛЕНИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ПРИ ОСВОЕНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Разработана методика оценки риска проявления геодинамических явлений (ГДЯ) разрушительного характера при освоении месторождения. Пример реализации методики на шахте “Коксовая” показал, что степень риска – большая.

A.N. Solowizkij
Kuzbass State Technical University (KuzSTU)
28 Wesennaya Ul., Kemerowo, 650000, Russian Federation

THE RISK EVALUATION OF APPERANCE OF GEODYNAMIC PHENOMENON AT THE DEVELOPMENT OF DEPOSITS

There has been devised the risk evaluation method of appearance of a destructive geodynamic phenomenon at the development of a deposit. The example of method's realization at the coal mine “Koksovaya” showed that the risk degree is high.

Положительным аспектом нынешнего мирового экономического кризиса для угольной отрасли России явилось переосмысление её роли в топливно-энергетическом балансе, а также безопасности освоения недр. Стабильности цен на уголь должна соответствовать высокая технологичность его добычи, для достижения которой необходимо управление риском проявления ГДЯ разрушительного характера при освоении месторождения.

Для управления данным риском автором предложены:

- Оценка риска развития медленных деформационных процессов (МДП) блоков земной коры;
- Зонирование блоков земной коры по степени опасности развития МДП блоков земной коры [3];
- Экономическое обоснование создания геодинамического полигона (ГДП) для мониторинга МДП блоков земной коры и проведения зонирования.

Для оценки опасности развития МДП блоков земной коры с проявлениями ГДЯ разрушительного характера нами предложено применить теорию риска аварий [1, 2].

Оценка риска данного проявления включает экспертный анализ степени опасности O и степени уязвимости Y (табл. 1), который количественно выражается коэффициентом риска P [1, 2]

$$P = OY. \quad (1)$$

За основу количественной оценки риска принят широко известный подход [2] получения нормирующих коэффициентов, характеризующих долю от наиболее неблагоприятной ситуации, принимаемой за единицу. Для определения данных коэффициентов формируются интегральные коды по показателям опасности и уязвимости (табл. 1).

Таблица 1. Формат интегральных кодов

Коэффициент риска	
Степень опасности O	Степень уязвимости Y
Интегральный код (показатели)	
АБВГ	ДКЛ
Код неблагоприятного сочетания показателей $O=1$ и $Y=1$	
3334	333

Код степени опасности O состоит из следующих показателей:

A – степень опасности превышения принятых при обосновании конструкции инженерного объекта проявлений ГДЯ ($A=0$, степень опасности малая, локальные повреждения; $A=1$ – средняя, разрушения элементов конструкции; $A=2$ – большая, разрушения конструкций и инженерных объектов).

B – степень опасности по обоснованности и соответствию проектных решений современным требованиям учета влияния развития МДП блоков земной коры при освоении месторождения ($B=0$, степень опасности отсутствует, достаточность выделения блоков земной коры и оценка развития их МДП на стадии инженерных изысканий, надежность и обоснованность методов учета влияния ГДЯ и расчетных характеристик материалов инженерных сооружений и их оснований, достаточность расчетного обоснования конструкций инженерных объектов с учетом влияния проявления ГДЯ; $B=1$ – малая, незначительные отклонения; $B=2$ – средняя, существенные отклонения по выделениям блоков земной коры и по одному из оставшихся факторов; $B=3$ – большая, грубые погрешности при выделении блоков земной коры и двум другим факторам).

V – степень опасности по соответствию проекту его конструкции, условий эксплуатации и свойств материалов современным требованиям учета влияния ГДЯ ($V=0$, степень опасности отсутствует, полное соответствие проекту учёта влияния ГДЯ, обусловленных развитием МДП блоков земной коры, на конструкции, условия эксплуатации и свойства материалов; $V=1$ – малая, незначительные отклонения от проекта; $V=2$ – средняя, существенные отклонения от проекта, которые могут привести к нарушению нормальной работы; $V=3$ – большая, значительные отклонения от проекта учёта влияния ГДЯ, которые могут привести к его проявлению).

Г – степень опасности по возможным последствиям и ущербу от проявления ГДЯ (Г=1, степень опасности малая, микроудар (ЧС локального масштаба); Г=2 – средняя, горный удар, внезапный выброс (ЧС местного масштаба); Г=3 – большая, горно-тектонический удар (ЧС территориального масштаба); Г=4 – очень большая, техногенное землетрясение (ЧС регионального масштаба)).

В табл. 1 приняты следующие показатели уязвимости и значения нормирующих коэффициентов (в соответствии с предложенным автором зонированием блоков земной коры по степени опасности развития МДП [3]):

Д – степень уязвимости по данным инструментального контроля (Д=0, степень опасности отсутствует, скорости деформации на участке земной коры менее $3 \cdot 10^{-6}$ в год, отсутствуют превышения предельно допустимых значений параметров; Д=1 – малая, скорости деформации на участке земной коры не менее $3 \cdot 10^{-6}$ в год, отсутствуют превышения предельно допустимых значений параметров; Д=2 – средняя, скорости деформации на участке земной коры значительно более $3 \cdot 10^{-6}$ в год, но менее $1,21 \cdot 10^{-4}$ (в среднем $6,2 \cdot 10^{-5}$), изменение плотности потенциальной энергии $12 \text{ кг} \cdot \text{м} / \text{м}^3$, превышение предельно допустимых значений параметров; Д=3 – большая, скорости деформации на участке земной коры более $1,21 \cdot 10^{-4}$ в год, превышение предельно допустимых значений параметров, что ведет к проявлению ГДЯ).

К – степень уязвимости по организации безопасной эксплуатации:

К=0, степень опасности отсутствует, включение зонирования блоков земной коры по степени опасности развития МДП в технологический цикл работы на всех стадиях; К=1 – малая, незначительные отступления; К=2 – средняя, эпизодическое использование; К=3 – большая, не учит.

Л – степень уязвимости по готовности к ликвидации проявлений ГДЯ:

Л=0, степень опасности отсутствует, включение мероприятий по учету результатов зонирования блоков земной коры по степени опасности развития МДП в план ликвидации аварий горного предприятия на всех стадиях его жизнедеятельности; Л=1 – малая, незначительные отступления; Л=2 – средняя, эпизодическое включение; Л=3 – большая, не учит.

Методика оценки риска проявления ГДЯ разрушительного характера при освоении угольного месторождения включает:

1. Определение на основании экспертного анализа интегрального кода (показателей А, Б, В и Г), характеризующего степень опасности.

2. Определение на основании экспертного анализа интегрального кода (показателей Д, К и Л), характеризующего степень уязвимости.

3. Определение нормирующего коэффициента О, характеризующего степень опасности

$$O = \sum p_i \alpha_i \alpha_0, \quad (2)$$

где p_i – вес – i-го показателя опасности; α_i – значение кода i-го показателя опасности (А, Б, В и Г); α_0 – нормирующий множитель.

Вес для показателей А, Б, В принят равным 0,2, а для Г – 0,4.

4. Определение нормирующего коэффициента У, характеризующего степень уязвимости

$$Y = \sum p_i \alpha_i \alpha_0, \quad (3)$$

где p_i – вес i -го показателя уязвимости (для Д $p_i = 0,5$, К – $0,3$ и Л – $0,2$); α_i – значение кода i -го показателя уязвимости (Д, К, Л); α_0 – нормирующий множитель.

5. Определение коэффициента риска согласно (1).

6. Установления степени риска проявления ГДЯ разрушительного характера по величине P (малая – не более $0,15$; умеренная – от $0,15$ до $0,3$; большая – от $0,3$ до $0,5$; критическая – свыше $0,5$).

Оценка степени риска проявления ГДЯ разрушительного характера проведена для шахты “Коксовая” (табл. 2). Проведение данной оценки основано на анализе развития МДП блока земной коры IV-го ранга, для которого по результатам зонирования установлена II-ая степень опасности. Поле шахты “Коксовая” находится в северо-восточной части Прокопьевско-Киселевского месторождения Кузбасса.

Горные работы шахта “Коксовая” ведет в соответствии с «Проектом мер охраны...» на глубине 390 м от поверхности. Для контроля состояния подрабатываемых объектов на поверхности предусмотрено осуществлять систематические визуальные (1 раз в месяц) и инструментальные (2 раза в год) наблюдения.

Таблица 2. Оценка степени риска проявления ГДЯ разрушительного характера для шахты “Коксовая”

Интегральный код	О
2122	0,529
Интегральный код	У
133	0,666
Р	Степень риска проявления ГДЯ
0,35	Большая

Отличительными особенностями предложенной методики являются:

- Базирование на зонировании блоков земной коры по степени опасности развития МДП, которое требует регулярных, комплексных, высокоточных, повторных наблюдений на ГДП;
- Возможность управления степенью риска проявления ГДЯ разрушительного характера путем реализации профилактических мер по соответствующим показателям.

Возможность данного управления подтверждает анализ экономического ущерба от происшедших в Кузбассе аварий на горных предприятиях [4] (табл. 3).

Для шахты со среднегодовой добычей угля 500000 т и отпускной его цене в 2000 рублей возможный ущерб при 3% уровне равен 30 млн рублей, а затраты

на создание ГДП оцениваются в 5 млн рублей, что свидетельствует о целесообразности комплексного инструментального контроля [1] как действия по предупреждению ГДЯ (более, чем в 6 раз).

Таблица 3. Распределение экономического ущерба от происшедших в Кузбассе аварий

Доля аварий	Экономический ущерб от объема годовой товарной продукции
70 %	0,4–3,0%
25 %	Менее 50 %
5 %	Более 50 %

Выполненные результаты позволяют сделать следующие выводы:

- Предупреждение проявлений ГДЯ на основе мониторинга МДП блоков земной коры, с финансовой точки зрения, целесообразно;
- Освоение недр на угольных шахтах Кузбасса должно быть ориентировано на управление степенью риска проявления ГДЯ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Соловицкий, А.Н. Интегральный метод контроля напряженного состояния блочного массива горных пород [Текст] / А. Н. Соловицкий. – Кемерово: ГУ КузГТУ, 2003. – 260 с.
2. Соловицкий, А.Н. Оценка геодинамического фактора безопасности инженерных сооружений [Текст] / А.Н. Соловицкий // Безопасность жизнедеятельности в угольных регионах: Материалы Международной научно-практической конференции. – Кемерово, 2002. – С.92–94.
3. Соловицкий, А.Н. Зонирование блочного массива горных пород месторождения – основа предупреждения развития природных и техногенных геодинамических процессов катастрофического характера [Текст] / А. Н. Соловицкий // Современные проблемы экологии и природопользования: теоретические и практические аспекты: Материалы Международной научно-практической конференции. – Кемерово, 2009. – С. 70–73.
4. Ковалев, В.А. Методология развития региональной системы управления охраной труда и промышленной безопасностью на угольных шахтах [Текст]: автореф. дисс. доктора техн. наук / Учреждение Российской академии наук Институт проблем комплексного освоения недр РАН. – М., 2009. – 38 с.

© А.Н. Соловицкий, 2010

УДК 528.9(332.1)

*Е.А. Мамаш, Ю.А. Калуш, Т.М. Ойдуш, М.П. Красильников,
М.А. Манзырыкчы, О.Д. Аюнова, С.А. Чупикова*
ТувИКОПР СО РАН, КЫЗЫЛ

ФОРМИРОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ НА ПРИМЕРЕ СФО

В статье исследуется возможность создания единой геоинформационной поддержки в региональных социально-экономических исследованиях на основе системы взаимосвязанных функциональных блоков.

*E.A. Mamash, Yu.A. Kalush, T.M. Oydup, M.P. Krasil'nikov,
M.A. Manzyrykchy, O.D. Ayunova, S.A. Chupikova*
Siberian Branch of the RAS Tuvinian Institute for the Exploration of Natural
Resources

GIS DATAWARE DEVELOPMENT IN SOCIAL-AND-ECONOMIC RESEARCH BY THE EXAMPLE OF THE SIBERIAN FEDERAL DISTRICT

In the article the possibility of creation of uniform geoinformation support in regional social and economic researches on the basis of the system of the interconnected functional blocks is investigated.

Прогнозирование устойчивого развития регионов предполагает многовариантный анализ разнородных данных динамики региональных систем, моделирование проблемных ситуаций и ареалов с целью мониторинга и выбора приоритетных направлений регионального развития. Варианты территориального развития разрабатываются в результате анализа обширного потока пространственно-временной информации, направленного на разрешение территориальных противоречий и оптимизацию взаимодействия взаимокоррелирующих подсистем региона.

Решение этих задач возможно только в результате создания эффективно функционирующей системы комплексного территориального мониторинга на основе единого упорядоченного, структурированного и гибкого геоинформационного пространства – универсальной компьютерной многомерной геоинформационной модели строения и развития региона.

Основной целью нашей работы было создание информационной поддержки лиц, заинтересованных в области исследования социально-экономического положения субъектов СФО, управления, прогнозирования устойчивого развития региона.

Учитывая различные специфические задачи и информационные потребности пользователей, геоинформационное обеспечение было разбито на функциональные блоки (рис. 1). Функциональный блок – это набор инструментов различного уровня (от системы кнопок и меню внутри некоторой программной оболочки до отдельных программ и программных комплексов, обеспечивающих решение задач для соответствующей группы пользователей).

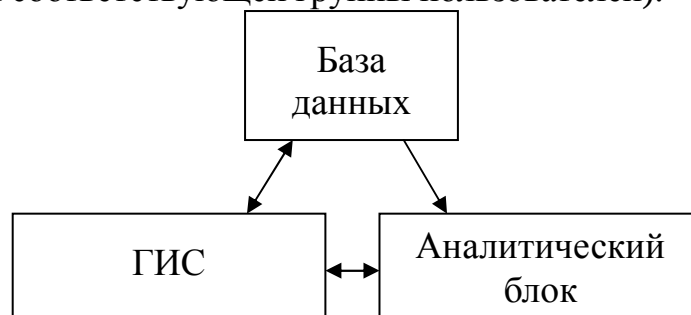


Рис. 1. Структура геоинформационного обеспечения.

Реализация структурной схемы предполагает формирование единого геоинформационного обеспечения. База данных «Социально-экономический потенциал Сибирского федерального округа (СФО)» служит основой создания ГИС-проектов, на ней же строится аналитический блок. Аналитический блок рассчитан на конечного пользователя и ориентирован не только на пространственное отображение исходных данных, но и получение результатов их математико-статистической обработки и применение методов экономического анализа и отображения их в виде карт. Функциональные возможности блока позволят осуществить работу с данными и картографическим материалом в сети, и независимой от наличия специализированных ГИС пакетов (ArcView, ArcGis и т.п.).

База данных разработана в СУБД Visual FoxPro v.8 исходя из совокупности статистических данных Росстата за 1990-2008 гг. В основе разработанной структуры базы данных положены две основные идеи:

- 1) Интегрирование и структурирование в едином хранилище ранее разобренных данных социально-экономических показателей, представленных в виде статистических сборников;
- 2) Тематическое разделение наборов статистических данных для удобства заполнения и обработки их при решении задач анализа в соответствующих областях знания.

Информация о полной предметной области представлена в виде объектов наблюдений по следующим семи организационным единицам: «Основные сведения о субъектах СФО», «Агропромышленный комплекс», «Промышленность», «Строительство и инвестиции в основной капитал», «Производственная инфраструктура», «Торговля и рыночная инфраструктура», «Социальная инфраструктура».

Каждый из классов объектов наблюдений объединяет в свою очередь несколько подчиненных объектов наблюдений (таблиц). Так, например, класс

«Агропромышленный комплекс» содержит такие таблицы (поля), как «Ресурсы АПК» («Занятые в отраслях АПК», «Сельхозугодия», «Площадь пашни» и т.д.), «Растениеводство» («Производство зерна», «Урожайность зерна», «Себестоимость 1ц зерна», «Производство картофеля» и т.д.), «Животноводство» («Производство молока в хозяйствах всех категорий», «Производство скота и птицы на убой» и т.д.), «Финансовые показатели» («Выручка от реализации», «Прибыль от налогообложения», «Кредиторская задолженность» и т.д.).

Разработана концепция интерфейса обслуживания базы, которая позволяет удалять, добавлять, изменять материалы в тематических разделах базы данных, и просмотреть результаты его выполнения.

Аналитический блок позволяет оценить развитие республики Тыва и других территорий в составе СФО с позиций социально-экономических показателей, характеризующих каждый субъект.

Расчет параметров возможен с учетом различных критериев выборки:

- По административной принадлежности: республики, края, области, автономные округа;
- По географическому расположению: регионы Западной Сибири, регионы Восточной Сибири;
- По геополитическому расположению: приграничные районы, внутренние районы.

Перечисленные выше организационные единицы базы данных, состоящие из наборов таблиц, послужили основой для создания таких ГИС-проектов, как «Основные показатели промышленности СФО» и «Основные показатели АПК СФО». Была создана серия электронных карт, разделенных на тематические блоки и подблоки. В процессе создания ГИС основной акцент делался на выяснение роли и места Республики Тыва как среди субъектов СФО, так и среди приграничных регионов. Реализован проект на платформе ГИС-общего назначения ArcView.

На основе информации, относящаяся к блоку «Основные сведения о субъектах СФО», построены карты, характеризующие административно-территориальное деление регионов СФО, площадь территорий, численность населения, валовой региональный продукт (ВРП), оборот организаций по всем видам экономической деятельности, среднегодовую численность занятых в экономике, стоимость основных фондов, степень их износа, инвестиции в основной капитал, доходы и расходы консолидированных бюджетов, а также безвозмездные поступления из федерального бюджета и других источников и бюджетную обеспеченность регионов. На рис. 2 приведена карта, отражающая пространственное распределение инвестиций в основной капитал в регионах СФО. Хорошо видно, что Республика Тыва занимает по этому показателю последнее место, с долей, равной 0,4%. Лидером является Красноярский край, чья доля в общем объеме инвестиций составляет 20,6%. Далее на карте можно отследить динамику инвестиций по сравнению с предыдущим годом. Во всех регионах, за исключением республики Хакасия, имеется положительная

динамика данного показателя по отношению к 2007 г. Рост составил от 5% в Иркутской области, до 53% в Красноярском крае.

Анализируя показатели блока «Агропромышленный комплекс», показано, что по доле в общем объеме произведенной продукции сельского хозяйства на 2008г. в СФО первые места занимают Алтайский (19,8%) и Красноярский (16,4%) края, Омская (15,7%) и Новосибирская области (13,8%). Тува же в общем объеме сельхозпродукции имеет долю равную 1,2%. Однако для самой республики роль АПК существенна, поскольку доля сельского хозяйства в общем объеме произведенной продукции (8,3 млрд. руб.) составляет 49,4%, тогда как у лидера в АПК СФО Алтайского края на долю сельского хозяйства приходится 27,6%, в Красноярском крае – 9,2%, Омской и Новосибирской областях по 11,7% и 15,8% соответственно. Следует заметить, что по сравнению с 2005 г. доля сельскохозяйственной продукции сократилась в большинстве регионов СФО на 6–15%, в том числе и в Республике Тыва на 6,4%, выросла в Красноярском крае на 23%, в Томской области на 25%.

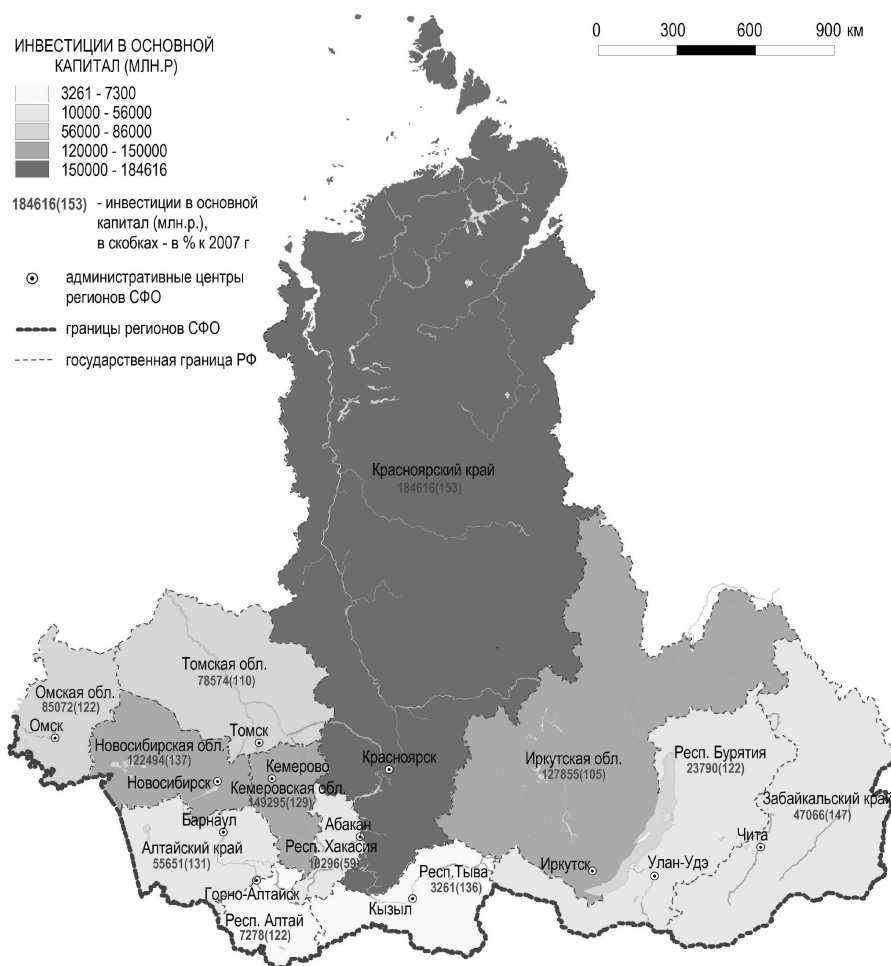


Рис. 2. Инвестиции в основной капитал в СФО (2008 г.)

На основе блока «Промышленность» создана серия электронных тематических карт, на которых представлена информация о численности занятых в отраслях промышленности, стоимости основных фондов, их структуре, степени износа и удельном весе полностью изношенных основных

средств в общей их стоимости, а также инвестициях в основной капитал промышленности. В подблоке «Результаты промышленного производства в натуральном измерении» представлены данные по трем видам экономической деятельности: добыча полезных ископаемых; обрабатывающие производства; производство и распределение электрической энергии. В подблоке «Стоимостные показатели объемов производства» обобщаются итоги производства различных видов промышленной продукции, представленные в предыдущем подблоке. Здесь они приводятся по видам деятельности в стоимостном измерении, а затем в целом по промышленности. В последнем подблоке, «Финансовые результаты деятельности организаций», показан не только сам конечный результат, но и сальдо полученных прибылей и убытков в отдельных организациях разных видов экономической деятельности в промышленности.

Рассматривая результаты промышленного производства по трем основным видам экономической деятельности, видим, что безусловными лидерами на 2008 г являются: по добыче полезных ископаемых – Кемеровская и Томская области, чьи показатели в стоимостном измерении превышают среднее значение по СФО (25076 млн. руб.), рассчитанное на одного жителя, в 4,4 и 3,4 раза соответственно; в обрабатывающем производстве – Омская область и Красноярский край (в 2,6 и 2,2 раза превышают среднее по СФО, которое составляет 72810 млн. руб.); по производству и распределению электроэнергии, газа и воды можно выделить тройку лидеров – это Республика Хакасия (на момент 2008г, превышает среднее значение по СФО (15114 млн. руб.) в 1,6 раза), Кемеровская область (в 1,5 раза) и Красноярский край (в 1,5 раза). На последнем месте по всем трем видам экономической деятельности находятся Республика Тыва и Республика Алтай, их суммарный объем производства составляет менее 1% от общего объема производства по СФО.

Таким образом, реализация структурной схемы позволяет решать задачу включения в механизм сопоставлений различных регионов (субъектов РФ и др.) по их природно-ресурсному потенциалу, социально-экономическому положению, уровню жизни населения и человеческому развитию методами геоинформационного представления и исследования.

ГИС обеспечивает:

- Структурированное электронное хранение информации социально-экономических показателей СФО;
- Картографическое отображение информации в требуемом тематическом аспекте;
- Автоматизацию операций по анализу пространственной информации при решении ряда управленческих задач;
- Введение совокупных рейтинговых оценок природных ресурсов территорий;
- Определение весовых показателей факторов в совокупном рейтинге на основе регрессионно-корреляционного анализа;

– Формирование комплексной оценки уровня социально-экономического развития территории.

В настоящее время существует уже достаточно много работ такого направления, но им, как правило, недостает комплексности оценок по некоторому множеству показателей (индикаторов). «Блочная» структура баз данных позволяет различным пользователям, имея специфические наборы задач, получить быстрый доступ к информации. С внедрением ГИС аналитические работы могут проводиться регулярно, что будет способствовать выработке ситуационных рекомендаций по организации рационального хозяйствования.

© *Е.А. Мамаш, Ю.А. Калуш, Т.М. Ойдун, М.П. Красильников,
М.А. Манзырыкчы, О.Д. Аюнова, С.А. Чупикова, 2010*

УДК 004

Е.Л. Соболева, О.Б. Архипова

СГГА, Новосибирск

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГЕОИНЖЕНЕРНЫХ САПР

В данной статье проведены исследования возможностей геоинженерных систем автоматизированного проектирования Autodesk Land Desktop и GeoniCs.

E.L. Soboleva, O.B. Archipova

SSGA, Novosibirsk

RESEARCH OF GEOENGINEERING SYSTEMS FOR COMPUTER-AIDED DESIGN

The paper presents investigations of capabilities of geoengineering systems for computer-aided design Autodesk Land Desktop and GeoniCs.

Как известно, в современных условиях системы автоматизированного проектирования (САПР) играют большую роль в области решения инженерно-геодезических задач и направлены на повышение качества и сокращение сроков проектирования.

В настоящее время существует целый ряд САПР отечественных и иностранных разработчиков, призванных решать самые разнообразные задачи. Наиболее известные САПР для специалистов в области геодезии и землеустройства - программные продукты Autodesk Land Desktop и GeoniCs.

Зачастую перед специалистом стоит задача правильного выбора продукта, позволяющего более эффективно осуществлять процесс проектирования.

При выборе того или иного программного продукта необходимо руководствоваться такими критериями как распространённость САПР; цена САПР, её модификации; широта охвата задач проектирования; удобство работы САПР; наличие широкой библиотечной поддержки стандартных решений; возможность и простота взаимодействия с другими САПР; возможность коллективной работы над проектом. В связи с этим, были проведены исследования возможностей геоинженерных САПР Autodesk Land Desktop и GeoniCs.

Программа Autodesk Land Desktop предназначена для таких специалистов, как геодезисты, картографы, проектировщики, геологи, гидрологи, экологи и ландшафтные архитекторы. Эти специалисты могут параллельно работают над проектом и совместно использовать его данные. Единая платформа позволяет Autodesk Land Desktop обмениваться данными с другими продуктами от компании Autodesk. Включая в себя все возможности AutoCAD, ключевые

моменты Autodesk Map программа решает специализированные задачи землеустройства. Из специфических задач стоит отметить:

- Возможность создания карт, КГ-точек и нанесение на них меток;
- Работа с участками и трассами автодорог. Возможность создания трасс дорог путем ввода графических или табличных данных, а также функции редактирования позволяют гибко подходить к решению самых разных проектных задач. С помощью пояснительных подписей можно легко и безошибочно наносить обозначения пикетажа/смещения и продольные линии в соответствии с установленными требованиями;
- Автоматизацию выполнения рабочей документации. Существенно экономит время, затрачиваемое на составление разного рода отчетов;
- Создание, анализ и визуализацию моделей рельефа. За несколько минут пользователь может объединить существующие файлы рисунков с растровыми изображениями, точками и многоугольниками, созданными в ГИС, а также построить модель рельефа, отображающую реальные топографические условия. Построение поверхностей с помощью любой комбинации трехмерных данных проекта: данных о точках, контуров, структурных линий, объектов AutoCAD и др;
- Расчет объемов земляных работ и построение горизонталей. Вычисление размеров участков с помощью стандартных функций AutoCAD или специальных команд. Создание горизонталей непосредственно из модели рельефа или с помощью специальных команд. Для управления видом горизонталей, сглаживанием и характеристиками меток используется система стилей;
- Многовидовые блоки. Новый набор многовидовых блоков для условных изображений, организованный в несколько палитр, включающих изображения зданий, деревьев и автомобилей. Их можно использовать как на видах, так и в легендах и других пояснениях;
- Средство взаимодействия с геодезическими приборами. Перенос данных с геодезических приборов еще более упростился с появлением Carlson Connect™, нового программного обеспечения для взаимодействия с геодезическим оборудованием. Этот продукт поддерживает большое количество марок оборудования и обеспечивает взаимодействие геодезических приборов с Autodesk Land Desktop, Autodesk Civil Design и Autodesk Survey.

Программный комплекс GeoniCS (НПЦ «Геоника») предназначен для специалистов отделов изысканий, геодезии, геологии, землеустройства, проектирования генпланов, реконструкцией и капитальным строительством железнодорожных линий, станций, узлов и других промышленных объектов. Данный продукт состоит из отдельных модулей, благодаря чему существует возможность его произвольной комплектации. Рассмотрим его основные модули.

Модуль «Топоплан» - позволяет создавать топографические планы, вести базу точек съемки проекта, строить трехмерную модель рельефа с

последующим проведением анализа построенной поверхности. Данный модуль включает полную библиотеку топографических условных знаков и средства их отрисовки, редактирования и замены. Источниками данных являются: растровые подложки, данные полевых наблюдений *.rgd или текстового формата, данные из других ГИС-систем импортированные через *.dxf – файл. Модуль снабжен встроенной справочно-нормативной базой. Функции раздела «Рельеф» предназначены для ведения базы точек съемки проекта и создания трехмерных моделей рельефа или других поверхностей, их отображения и анализа.

Данный модуль является открытой системой, позволяющей самостоятельно модифицировать и пополнять библиотеку условных знаков, использовать ЦМР созданные по средствам других программных продуктов (AutoCAD Civil 3D, Eagle Point, CREDO и др.).

Модуль «Генплан» - используется при проектировании объектов различного назначения. Он состоит из нескольких функциональных разделов: разбивочный план (горизонтальная планировка); организация рельефа (вертикальная планировка и картограмма земляных масс); благоустройство и озеленение.

Модуль «Сети» - позволяет проектировать внешние инженерные сети. Функции данного модуля автоматизируют работу по выполнению трассировки в плане инженерных коммуникаций. Имеются встроенные средства контроля нормативных расстояний между инженерными сетями. Главной особенностью модуля считается возможность представления линейной коммуникации в виде специального трехмерного объекта (геона). По существующим сетям автоматически строятся продольные профили и таблицы колодцев. На всех этапах проектирования возможно редактирование параметров и объектов. К дополнительным возможностям модуля относится экспорт свойств сети в MS Excel и проверка нормативных расстояний в плане.

Модуль «Трассы» позволяет проектировать линейно-протяжные объекты. Данный модуль состоит из трех разделов: создание геометрических элементов; работа с планом (трассами, горизонтальными осями); продольный профиль.

В процессе проектирования сложных трасс существует возможность создания иерархии. Так же возможны различные режимы создания профиля. К служебным функциям относятся экспорт данных профиля, создание трехмерной модели трассы, рисование по профилю с помощью прозрачных команд, измерения по окну профиля.

Модули «Желдор» и «Желдор мини» предназначены для проектирования, реконструкции и строительства железнодорожных линий, станций, узлов и т.п. Здесь реализована возможность обработки данных изысканий и комплексного проектирования железных дорог, обеспечено решение целого ряда специфических задач, использованы уникальные высокоэффективные алгоритмы в области геометрического моделирования и вычислительной геометрии.

Модуль «Изыскания» позволяет производить обработку данных, полученных в ходе инженерно-геологических изысканий. Данный модуль

призван решать следующие задачи: расчет и уравнивание плановых геодезических сетей любой конфигурации; поиск ошибок измерений и ошибок, допущенных при вводе данных; расчет и уравнивание высотных геодезических сетей; обработка данных с электронных геодезических приборов и данных тахеометрической съемки; комплекс задач, обеспечивающий вынос проекта в натуру; обработка данных по съемке и выносу в натуру методом перпендикуляров; вычисление площадей участков по координатам вершин; создание и ведение каталога опорных пунктов; формирование отчетных ведомостей по результатам вычислений; создание топографических планов в среде AutoCAD; экспорт результатов в GeoniCS Топоплан для создания модели рельефа.

Рассматривая данные продукты в спектре вышеперечисленных критериев, в необходимо отметить достаточно широкую распространенность САПР Autodesk Land Desktop, при этом все большее число предприятий в последнее время отдают предпочтение отечественной технологической линии – GeoniCS.

Приобретать САПР GeoniCS можно модульно, поэтому его стоимость может варьироваться в зависимости от комплектации. Например, для специалистов узкого профиля нет необходимости приобретать «лишние» модули, что позволяет экономить средства предприятия.

Пакеты Autodesk Land Desktop и GeoniCS постоянно обновляются и дополняются различными модулями, расширяя тем самым круг задач проектирования. Модули САПР GeoniCS, в отличие от Autodesk Land Desktop, оснащаются собственными примитивами (геонами), что дает дополнительные возможности для создания объектов.

В заключение отметим, что современный уровень интерфейса рассмотренных САПР, структура программного обеспечения, а также тесная взаимосвязь подсистем обеспечивают функциональность и удобство в работе. Они легко взаимодействуют с другими программными комплексами, такими как MicroStation, ESRI ArcView, ARC/INFO, MapInfo и др.

© Е.Л. Соболева, О.Б. Архипова, 2010

УДК 528.9:574

О.Н. Николаева

СГГА, Новосибирск

БИОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КАРТЫ – СРЕДСТВО ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

В статье обосновывается роль биоразнообразия как показателя нарушенности окружающей среды в результате антропогенной деятельности. Охарактеризовано средство наглядного представления информации о биоразнообразии – биогеографические карты; изложены сведения об их назначении, тематическом содержании, практическом использовании. Приведены примеры конкретных картографических произведений биогеографической тематики.

O.N. Nikolayeva

SSGA, Novosibirsk

BIOGEOGRAPHICAL MAPS AS A MEANS OF NATURAL RESOURCES RATIONAL MANGEMENT AND PRESERVATION

The article substantiates the role of biodiversity as an indicator of environment disturbance resulting from the anthropogenic activities. Biogeographical maps are characterized as a means for vivid representation of the information on biodiversity. The maps purpose, thematic contents and practical application are described. The examples of specific biogeographic maps are given.

В наши дни антропогенное воздействие на окружающую среду носит практически общебиосферный характер, что проявляется в повсеместном (включая северный и южный полюса) распространении некоторых загрязняющих веществ, и в росте количества «очагов» вторжения человека в доселе нетронутую природу. В сложившихся условиях становится очевидной необходимость контроля современного состояния биосферы повсеместно, а не только в зонах антропогенного воздействия. Одним из важных параметров, позволяющим оценить состояние и нарушенность экосистем, является оценка биологического разнообразия (биоразнообразия). Понятие биоразнообразия охватывает разнообразие мест обитания живых организмов (различные вариации ландшафтов и экосистем), разнообразие видов живых организмов (животные, растения, микроорганизмы, грибы и пр.), генетическое разнообразие (разнообразие генов и аллелей в пределах отдельного вида организмов).

В широком смысле слова биоразнообразие подразумевает под собой - разнообразие жизни на Земле во всех её проявлениях, и таким образом оно

является одним из ключевых понятий для решения задач мониторинга и охраны окружающей среды. Уменьшение биоразнообразия - есть тревожный симптом, свидетельствующий о нарастающем деструктивном влиянии антропогенной деятельности на местную экосистему. Поэтому изучение биоразнообразия и совершенствование методов его сохранения и оценки - сейчас становится актуальной задачей, и основная роль должна отводиться комплексу мероприятий по измерению и инвентаризации местного видового богатства, изучению определяющих его факторов, оценке экологической значимости имеющегося биоразнообразия для устойчивого развития данного региона и для качества жизненной среды местного населения.

Важной частью информационного обеспечения всех вышеперечисленных мероприятий являются биогеографические карты, наглядно и информативно отображающие состояние и закономерности выявленного биоразнообразия исследуемого региона. Как отмечает Ю.С. Равкин [1], из всех способов представления информации о биоразнообразии наиболее удобным зачастую являются именно карты, так как они позволяют наглядно отобразить очертания и размеры ареалов, занимаемых различными видами, а также отображают пространственную динамику видового состава по мере изменения географической широты, высотной поясности или приближения к промышленным областям.

Современная биогеография формируется на стыке многих наук о Земле и биосфере (биология, зоология, ландшафтоведение, экология и пр.). Соответственно и тематика биогеографических карт весьма разнообразна. Зоогеографические и геоботанические карты, как правило, выступают в качестве информационной основы для оценки состояния и изменения растительных и животных сообществ конкретной территории (например, серии карт Байкальского региона, составленных в лаборатории биогеографии Института географии СО РАН им Сочавы (Иркутск) [2]). Также активно составляются карты, отображающие более узкоспециальные понятия и параметры биогеографии (карты экологического разнообразия, карты видового разнообразия организмов и пр. [3]). В целом же - назначением биогеографических карт являются инвентаризация обитающих на данной территории биологических видов, или оценка богатства видов и отображение взаимосвязей между ними.

В зависимости от уровня исследований биогеографические карты могут составляться в мелком, среднем и крупном масштабе. Но, как показывает практический опыт многих научно-исследовательских организаций, наиболее востребованным является создание серии карт, включающей в себя биогеографические карты крупного, среднего и мелкого масштаба. Такой подход обеспечивает наглядное и информативное отображение биоразнообразия на различных уровнях его изучения (от популяций до экосистем). При этом в качестве единицы картографирования могут рассматриваться как отдельный биологический вид [3], так и целый биогеоценоз или экосистема. В первом случае оценивается и картографируется видовое богатство данной территории, то есть - тот спектр видов растений или животных, которые эту территорию

населяют. Результатом таких исследований является количество различных видов растений или животных в пересчете на единицу площади (картографируется способом ареалов), а также - различные индексы, оценивающие видовое разнообразие региона (картографируются способом изолиний). Во втором случае - оценивается и картографируется разнообразие сочетаний видов, обитающих на данной территории. Единицей картографирования при этом являются различные подразделения ландшафтной структуры территории, от урочищ, фаций и ландшафтов до экосистем.

В процессе картографирования биоразнообразия необходимо принимать во внимание ландшафтообразующие параметры окружающей среды (влажность, состав почв, особенности рельефа и т. п.), которые нередко оказывают значительное влияние на местное растительное и животное население. Это обуславливает необходимость использования комплексного подхода в биогеографических исследованиях, что выражается в создании комплексных атласов, отображающих разнообразные параметры и показатели состояния местной флоры и фауны. Примером такого произведения является «Атлас биологического разнообразия лесов Европейской России и сопредельных стран», первый атлас по биоразнообразию, изданный Всемирным союзом охраны природы в 1996 году. Он содержит более 130 мелкомасштабных карт, всесторонне характеризующих современный уровень биоразнообразия лесов, динамику этого разнообразия, количественные и качественные показатели богатства видов, антропогенное влияние на лесные экосистемы, различные аспекты охраны лесов и ведения лесного хозяйства.

Другим примером применения комплексного подхода в биогеографическом картографировании можно считать веб-атлас «Окружающая среда и здоровье населения России» [4], в состав которого включены такие карты, как «Устойчивость природной среды (экосистем) в России», «Биологическое разнообразие в России. Растительный и животный мир», «Редкие виды животных и растений в России»; «Особо охраняемые природные территории (ООПТ)», «Охрана животного и растительного мира в ООПТ». В отличие от «Атласа биологического разнообразия лесов...», данный веб-атлас носит не столько академический, сколько общеобразовательный характер: он размещен в глобальной сети Интернет, в силу чего его карты доступны для ознакомления и изучения широкому кругу пользователей, обеспокоенных качеством окружающей нас природной среды. Таким образом, веб-атлас является весомым вкладом в экологическое образование российской молодёжи и пропаганду идей гармоничного взаимоотношения природы и человека.

Применение современной компьютерной техники и ГИС-технологий - не только облегчит доведение до потребителя конечных результатов исследований (как в случае с веб-атласом «Окружающая среда и здоровье населения России» и некоторыми другими подобными картографическими произведениями). Главное назначение ГИС в биогеографическом картографировании - многократно расширить возможности анализа и сопоставления разнородной биогеографической информации. Использование геоинформационных методов способствует решению таких научных задач, как выявление пространственной

и временно динамики биоразнообразия, расчёт синтетических показателей биоразнообразия, создание цифровых биогеографических карт различной тематики с помощью математического и картографического моделирования на основе статистических данных и материалов дистанционного зондирования.

В настоящее время внедрение ГИС-технологий в биогеографические картографирование пока что ограничивается созданием баз данных, что способствует ревизии и мобилизации информационных ресурсов [5]. Также имеются примеры разработок ГИС биокартографического назначения. В большинстве своем подобные ГИС ориентированы на мониторинг биоразнообразия; в качестве примеров можно привести ГИС «Мониторинг биоразнообразия лесов» [6], разрабатываемую в Центре по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН (руководитель - А.С. Исаев), или ГИС «Биоразнообразие и биоресурсы Севера Дальнего Востока России» [7] (разрабатывается в Институте биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан, руководитель А. Н. Полежаев).

Биогеографические карты являются средством решения весьма широкого круга практических задач. Концентрируя в себе результаты уже проведенных исследований, они позволяют выявить закономерности и направления дальнейших изменений биоты во времени и пространстве, и спланировать дальнейшее направление научных работ. Благодаря этому, они являются ценным научно-справочным пособием для ученых-биологов, зоологов, географов.

Также биогеографические карты являются частью картографического обеспечения мероприятий по охране природы и сохранению природных экосистем. Информированность о характере и тенденциях отрицательных изменений в экосистемах позволяет установить причины этих изменений (зачастую связанные с хозяйственным воздействием человека), и принять соответствующие меры по снижению антропогенного давления на местную окружающую среду.

Биогеографические карты, при надлежащей адаптации их тематического содержания, легенд и оформления, могут использоваться для решения задач, связанных с экологическим просвещением подрастающего поколения. Учебные карты биоразнообразия могут издаваться как отдельные произведения, или включаться в состав учебных атласов по природоведению и краеведению, издаваемых для средней школы.

Еще один важный аспект применения биогеографических карт - это использование их для оценки экономического и экологического ущерба, наносимого человеком биосфере. Примером такой оценки является опыт проведения расчетов ущерба и сумм компенсации при экологической экспертизе проектов Катунской и Туруханской ГЭС и обустройстве ряда нефтегазоносных комплексов Западной Сибири, описанный в монографии Ю. С. Равкина и С. Г. Ливанова [8].

В СГГА работы по оценке состояния экосистем ведутся в лаборатории экологического мониторинга (руководитель - Л. К. Трубина). Сотрудниками лаборатории проделана большая работа по разработке и внедрению различных методов изучения биоразнообразия, основанных на использовании

фотограмметрических технологий и ГИС-технологий [9,10,11]. Одним из важных этапов проделанных работ являлось создание различных карт нарушенности окружающей среды. С 2009 г. к решению проблем изучения биоразнообразия также привлекается лаборатория медико-экологического картографирования СГГА. Творческая кооперация специалистов-экологов и картографов позволит систематизировать имеющиеся наработки в области биогеографического картографирования, усовершенствовать имеющиеся и разработать новые методы и приёмы картографирования биологической и экологической информации, а также расширить применение ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования при составлении биогеографических карт.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Равкин, Ю.С. Опыт картографирования населения животных [Текст] / Ю.С. Равкин, Е.С. Равкин // Известия АН. Серия географ., 2004. - № 1. – С. 88-97.
2. Белов, А. В. Картографическое изучение биоты Байкальской природной территории для целей сохранения биоразнообразия региона [Текст] / А. В. Белов, В. Ф. Лямкин, Л. П. Соколова // Материалы междунар. конф. «Всемирное природное наследие в России. 10 лет российско-германского сотрудничества» (Иркутск, 18-21 авг. 2006). - Иркутск, Изд-во Ин-та географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2006. - С. 77-80.
3. Огуреева, Г.Н. Картографирование биоразнообразия [Текст] / Г. Н. Огуреева, Т. В. Котова // В кн. География и мониторинг биоразнообразия. М.: Изд-во НУМЦ, 2002. Раздел IV. - С.371-410.
4. Web-Атлас: "Окружающая среда и здоровье населения России" [Электронный ресурс]: <http://sci.aha.ru/ATL/ra00.htm>
5. География и мониторинг биоразнообразия. Учебное пособие [Текст] / Под. ред. Н. С. Касимова. М.: Изд-во Научного и учебно-методического центра, 2002. - 432 с.
6. ArcReview, выпуск № 4 (39) 2006, ГИС-технологии в мониторинге биоразнообразия лесов [Электронный ресурс] http://www.dataplus.ru/arcrev/Number_39/9_bio.html
7. Полежаев, А. Н. ГИС для мониторинга биоразнообразия и состояния биоресурсов [Электронный ресурс]: <http://library.ikz.ru/georg-steller/materialy-iv-mezhdunarodnoi-nauchno-prakticheskoi-polezhaev-a.-n.-gis-dlya-monitoringa>
8. Равкин, Ю.С., Факторная зоогеография: принципы, методы и теоретические представления [Текст] / Ю. С. Равкин, С. Г. Ливанов // Новосибирск: Наука, 2008. - 205 с.
9. Трубина, Л.К. Цифровая фотограмметрическая обработка снимков для получения геопространственных данных при оценке состояния экосистем [Текст] / Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / - Новосибирск: СГГА, 2002. - 189 с.
10. Трубина, Л.К. Стереомодели в изучении биологических объектов [Текст] / Л. К. Трубина, Новосибирск: СГГА, 2006. – 136 с.

11. Герасимова, М.В. Использование геоинформационных технологий для оценки экологического состояния промышленных территорий левобережья г. Новосибирска [Текст] / М. В. Герасимова, К. П. Куценогий, Л. К. Трубина // "Оптика атмосферы и океана", том 15, вып.2, 2002. - С. 198-202.

© *О.Н. Николаева, 2010*

УДК 528.91: 614.8 (571.14)

Ю.С. Щербаков

СГГА, Новосибирск

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ТЕХНОГЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ

Применение геоинформационного картографирования и программного продукта версии ArcGis 9 для выявления зоны негативного воздействия и определения техногенно-экологических рисков возникновения чрезвычайной ситуаций техногенного характера.

Yu.S. Shcherbakov

SSGA, Novosibirsk

GIS MAPPING FOR INTEGRATED TECHNOGENIC-AND-ECOLOGICAL RISKS

The author describes application of GIS mapping and the software product ArcGis 9 for detecting the zones of negative effects and determination of technogenic-and-ecological risks of technogenic emergency situations.

Картографирование воздействия опасных техногенных процессов проводится, как правило, в первую очередь с ориентацией на безопасность человека. Проблема оценки влияния объектов техносферы на окружающую природную среду, анализ техногенно-экологических рисков, экологическая экспертиза – вот далеко не полный перечень вопросов, которые в силу обстоятельств отходят на второй уровень, и в то же время требуют неотложного решения.

Начальным этапом в картографировании интегральных техногенно-экологических рисков является выбор характерных параметров негативного воздействия, к которым относятся: концентрация, температура, давление, потоки энергии и т.п. Определив размеры зон негативного воздействия можно перевести физические параметры или их интегральные значения в последствия с использованием граничных критериев воздействия. Построение таких зон целесообразно проводить с использованием интегрированных наборов программных продуктов, которые используются в геоинформационной системы любого уровня. Применение информационных технологий позволяет выявлять зоны негативного воздействия, в пределах которых будут отображаться различные степени поражения. Величина и геометрия площади потенциального поражения будут служить не только показателем опасности, ущерба или риска, но и основанием для разработки

мероприятий по уменьшению степени поражения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС).

Техногенно-экологический риск возникновения ЧС, т.е. вероятность или частота возникновения источника чрезвычайной ситуации, представляет совокупность техногенных и экологических рисков. К основным видам рисков техногенного характера можно отнести:

- Внешние природные факторы;
- Проектно-производственные дефекты;
- Нарушения технологических процессов;
- Нарушение правил эксплуатации транспорта, оборудования;
- Человеческий фактор.

Рисками экологического характера является:

- Интенсивное загрязнение почв тяжелыми металлами и ее деградация;
- Загрязнение атмосферы;
- Загрязнение водных ресурсов.

Изучение состава биоты в районах местоположения опасных объектов и определение перечня производимых промышленностью и используемых в стране химических веществ позволяет сделать вывод, что наибольшую опасность для здоровья людей и окружающей среды представляет радиационное и токсическое воздействие. Влияние токсических веществ на состав и типовых представителей биоты определяется критериями и ограничениями: предельно допустимым уровнем загрязнения поверхности (экосферы); функцией плотности вероятности загрязнения данной площади при плотности осевшего токсичного вещества, превышающего ПДУ; площадью зараженной поверхности земли (воды), а так же рядом интегральных медико-биологических показателей.

Установленные некоторые фиксированные значения негативных факторов, соответствующих определенной степени поражения человека и окружающей природной среды можно назвать детерминированным. Одна и та же мера воздействия (концентрация, количество поглощенного токсиканта) может вызвать последствия различной тяжести у различных людей, т.е. эффект поражения носит вероятностный характер. Величина вероятности поражения может выражаться функцией Гаусса (функцией ошибок) и измеряться в долях единицы или процентах.

В зависимости от конечных целей исследования построение зон поражения биоты может осуществляться для следующих зон: ущерба, потенциальной опасности и риска.

Зона ущерба – площадь, ограниченная линией, в каждой точке которой с вероятностью, равной единице, имеет место поражение с заданной степенью (пороговое поражение, летальное поражение и т.п.) при вероятности возникновения аварии данного типа, равной единице.

При оценке масштаба и геометрии зон ущерба от аварий с выбросом опасного вещества необходимо учитывать следующие факторы:

- Физические свойства и агрегатное состояние опасного вещества;
- Воздействие первичного и вторичного облаков: для сжиженных газов (отдельно по первичному и вторичному облаку), для сжатых газов (только по первичному облаку), для ядовитых жидкостей, кипящих выше температуры окружающей среды - только по вторичному облаку.

Исходными данными для определения масштабов заражения активными химически опасными веществами (АХОВ) являются:

- Общее количество АХОВ на объекте и данные по размещению их запасов;
- Количество АХОВ, выброшенных в атмосферу, и характер их разлива;
- Метеорологические условия: температура воздуха, скорость ветра и др.

Зона потенциальной опасности - площадь, ограниченная линией, в каждой точке которой с вероятностью, равной единице, имеет место поражение с заданной степенью, при вероятности возникновения аварии данного типа, равной единице и усредненных среднегодовых климатических условий.

Представление опасностей в виде полей учитывает не только сценарии и специфику развития аварийных процессов, но и влияние всей совокупности природных и климатических условий. Применительно к анализу техногенных объектов поля опасности являются основным элементом для построения зон риска конкретной территории.

Зона риска - линия оконтуривающая поле риска определенной величины, под которой понимают пространственное распределение частоты реализации негативного воздействия определенного уровня. Если анализу подвергается не один объект, а система технологических объектов, то проводится суммирование полей потенциальной опасности для каждого источника с учетом их взаимного положения. Частота реализации опасного события должна определяться методами теории риска – построение деревьев отказов, деревьев событий, по статистическим данным или по экспертным оценкам. Экспертные оценки частоты техногенных аварий проводятся с учетом их деления на пять уровней.

При картографировании зон риска следует учитывать, что все сценарии развития негативных событий (многовариантность событий) в техносфере по воздействию поражающего потенциала можно условно разделить на первичные и вторичные. К первичным сценариям относятся варианты развития аварий с выбросом токсического вещества, опасного как для человека, так и для окружающей среды. При исследовании токсического воздействия на окружающую среду следует различать два типа воздействия:

- Прямое воздействие, при котором меняются ассимиляционные функции растений, физико-химические свойства атмосферы, воды почвы;

– Косвенное воздействие, при котором происходят долгосрочные изменения экосистемы под действием уже измененного состояния одного или нескольких компонентов биосферы.

К вторичным сценариям относятся варианты развития аварий, поражающее действие которых проявляется только при наличии дополнительных условий.

Картографирование токсической нагрузки за время T , определенное для каждой точки пространства, целесообразно проводить с использованием полярной системы координат, которая характеризует положение точки M в пространстве (r – дальность и Q – угол места) относительно начала системы координат, т.е. источника опасности (полюса P).

Для построения зон риска необходимо:

- Определение объектов экономики, для которых будут создаваться зоны риска;
- Выявление всех возможных видов аварий;
- Специфику их возникновения и развития;
- Расчет полей потенциальной опасности этих аварий;
- Вероятность реализации негативного потенциала;
- Построение локальных зон риска для каждого сценария с конкретной привязкой к источнику опасности;
- Построение интегральных полей риска на картографической основе.

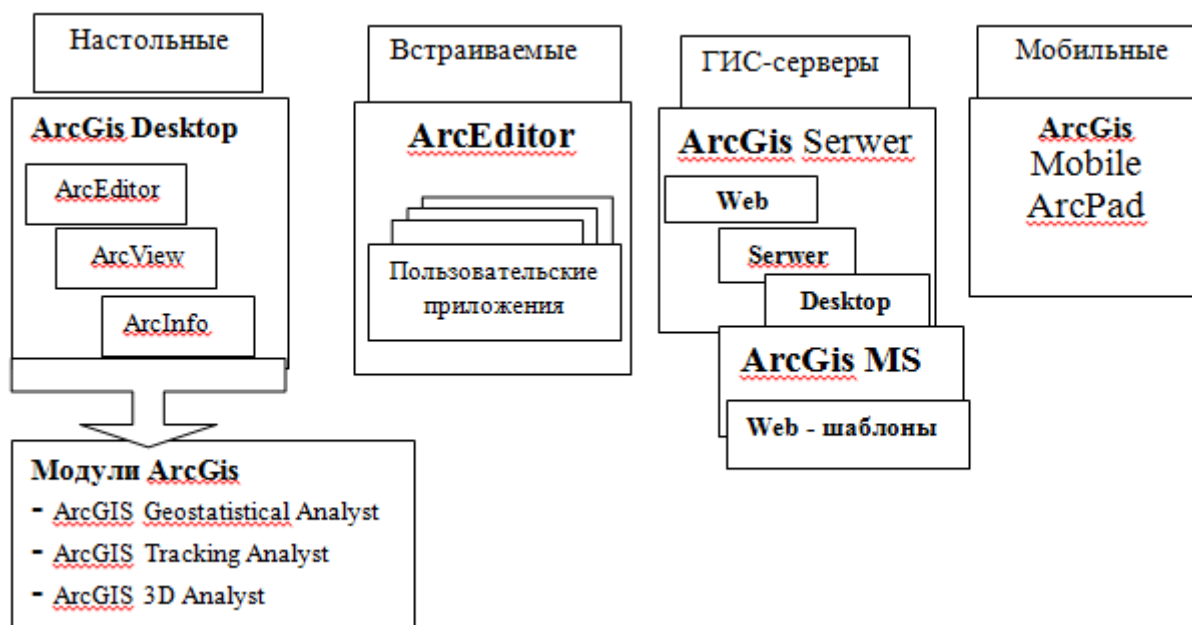
$$R_{\text{инт}}(x,y) = w \cdot R_m, i(x,y) = w \cdot R_m, i(r, Q) \quad (1)$$

Получаемая карта $R_{\text{инт}}(x,y)$ характеризует интегральную вероятность того или иного типа негативного воздействия, при условии, что объект воздействия с вероятностью, равной 1, находится в конкретной точке пространства в момент реализации аварийного процесса. Эта величина называется индивидуальным риском, под которым принято понимать вероятность (частоту возникновения) поражающих воздействий определенного вида для индивидуума. Линии, оконтуривающие поле риска определенной величины, соответствует потенциальному территориальному риску, под которым понимают пространственное распределение частоты реализации негативного воздействия определенного уровня.

Применение семейства изолиний для отображения одинаковых значений картографируемого показателя, т.е. физических полей может быть выполнено с помощью специальных интерполяционных программ и шкалой послойной окраски, которая строится так, чтобы ее интенсивность отражала нарастание или убывание показателя. Применение способов качественного и количественного фона в сочетании с локализованными диаграммами позволяет достоверно отображать значения техногенно-экологических рисков на различных территориях.

Использование программного продукта версии ArcGis 9 позволяет решать полный спектр задач в работе с пространственной информацией: от сбора информации до разнообразных средств подготовки и визуализации

информации. Эта версия позволяет не только использовать отдельные возможности программного продукта, а целую сквозную технологию, которая из количества переросла в качество. ArcGIS 9 – это интегрированное программное обеспечение с масштабируемой архитектурой, позволяющее работать в едином информационном пространстве как индивидуальным пользователям, так и крупным компаниям (рис. 1).



С учетом простоты использования и финансовой доступности приложения ArcView, управление наборами пространственных данных, их анализ и обработка данных экологической информации должна включать следующие стадии:

- Сбор информации о состоянии окружающей среды: полевые и стационарные исследования, аэровизуальные наблюдения и др.;
- Первичная обработка и структуризация: обработка изображений, структуризация данных, приведение данных к стандартному формату;
- Формирование базы данных и статистический анализ: выбор организации данных, заполнение базы данных и редактирование, выявление трендов и доверительных интервалов и др.;
- Моделирование поведения экосистем: использование усложняющихся моделей, варьирование граничными условиями, имитация поведения экосистем при единичных воздействиях, картографическое моделирование;
- Экспертное оценивание: оценка диапазонов изменения воздействий на экосистемы, оценка поведения экосистем при различных воздействиях по принципу «слабого звена»;
- Анализ неопределенности: входных данных, параметров моделей, результатов моделирования, величин экспертных оценок;
- Выявление закономерностей и прогнозирование экологических последствий: разработка возможных сценариев поведения экосистем,

прогнозирование поведения экосистем, оценка результатов различных сценариев;

– Принятие решений по ограничению воздействий на окружающую природную среду: выработка «щадящих» (сберегающих) стратегий сокращения воздействий на окружающую природную среду и др.

На начальном этапе исследования приложение ArcView можно использовать совместно с дополнительными модулями: ArcGIS Geostatistical Analyst - для геостатистического анализа пространственных данных; ArcGIS Tracking Analyst - для анализа рядов данных на основе сочетания параметров времени, местоположения и атрибутов; ArcGIS 3D Analyst - для геообработки и создания виртуальных моделей в реалистичном трехмерном виде.

Ранжирование территорий по степени напряженности медико-экологической ситуации рекомендуется проводить в соответствии с Методическими рекомендациями: № 01-19/17-17 и “Комплексной гигиенической оценкой....” по градациям: удовлетворительная, относительно-напряженная, существенно-напряженная, критическая, катастрофическая (условно).

Градации характеристик ситуации оцениваются с использованием приложения ArcView, как по отдельным показателям, так и по комплексным (суммарным) показателям среды обитания.

© Ю.С. Щербаков, 2010

УДК 528.8

В.В. Чернов, О.В. Глухов, А.В. Жуков

ВСФ ФГУП «Госземкадастрсыемка» ВИСХАГИ, Иркутск

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КООРДИНИРОВАНИЯ БЕРЕГОВ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ

Рассматривается технология цифровой стереоскопической съемки берегов Иркутского водохранилища в интересах их мониторинга. Описаны особенности калибровки камеры, съемки с борта движущегося судна с применением GPS-приемников. Изложена теория фотограмметрической обработки материалов.

V.V. Chernov, O.V. Gluhov, A.V. Zhukov

ESF Goszemkadastrsyomka VISHAGI, Irkutsk, Russia Federation

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF COORDINATING OF BANKS OF OBJECTS OF WATERS FOR THE AIMS OF MONITORING OF EARTHS

Technology of digital stereoscopic survey of banks of Irkutsk water basin in behalf of their monitoring is examined. The features of calibration of camera and photography from the side of moving ship with the use of GPS-receivers are described. A theory of photogrammetric treatment of materials is expounded.

Необходимость мониторинга берегов водохранилищ продиктована масштабами потерь земельных ресурсов. Нами была предложена технология стереофотограмметрической съемки подверженных абразии берегов с борта специально оборудованного судна. Для этого используется следующая аппаратура:

- Цифровой фотоаппарат Canon PowerShot Pro1 (разрешение 8 Мп);
- Комплект спутниковых геодезических GPS-приемников Trimble 5700;
- Портативный компьютер для управления съемкой с борта судна.

Технология работ включает в себя выполнение последовательных этапов.

Подготовительные работы. Проверка и настройка оборудования, составление проекта расположения базовой GPS-станции, марок на калибровочном полигоне, определение проектных курсов движения корабля вдоль берега.

Калибровка цифрового фотоаппарата с целью определения элементов внутреннего ориентирования и параметров систематических искажений цифровых снимков выполняется способом многократной фотосъемки плоского тестового объекта с большими углами наклонов, с разных ракурсов. ПО, созданное в МГУ, позволяет определить элементы внутреннего ориентирования камеры и дисторсию объектива, а также компенсировать последнюю. Калибровка фотокамеры произведена по 27-ми цифровым снимкам тестового

объекта в виде «шахматки» 27х14 черно-белых квадратов со стороной 40 мм. Точность определения f_k составила 0.3 pix, а x_0 и y_0 , соответственно 0.3 pix и 0.2 pix.

Полевые геодезические и фотосъемочные работы. Включают два этапа:

- Маркирование опорных точек на калибровочном полигоне и определение их планово-высотного положения с использованием GPS-оборудования – с целью определения систематических поправок в УЭВО цифровой фотокамеры.

- Цифровую стереофотосъемку берегов калибровочного полигона с борта движущегося судна, с GPS-определением траектории движения судна и КЦФ.

Камеральная обработка полевых материалов. Создание ЦМР берегов с использованием специализированного ПО в следующей последовательности:

- Обработка GPS-наблюдений в программе Trimble Geomatics Office, v. 1.63 (USA); вычисление траектории движения судна и КЦФ в программном обеспечении GrafNav, v. 8.10 (NovAtel, Канада).

- Измерение и обработка цифровых снимков на основе специально разработанного ПО PicCalc в среде Borland Delphi 7.

- Создание ЦМР береговых уступов в программе Credo_TER («Кредо-Диалог», г. Минск), либо в TerraSolid (Финляндия).

- Визуализация и анализ результатов – с использованием ГИС Карта-2005.

При разработке алгоритмов работы программы учитывались особенности стереофотосъемки с борта движущегося корабля, а именно, что высоты точек уреза фотографируемой береговой полосы одинаковы. Использование этой информации вместе с КЦФ, полученными с помощью GPS позволяет выполнить угловое внешнее ориентирование снимков без опорных точек на берегу.

Для определения УЭВО снимков используем строгий способ решения, основанный на уравнениях коллинеарности проектирующих лучей:

$$\left. \begin{aligned} x &= x_0 - f \frac{a_{11}(X - X_s) + a_{21}(Y - Y_s) + a_{31}(Z - Z_s)}{a_{13}(X - X_s) + a_{23}(Y - Y_s) + a_{33}(Z - Z_s)} \\ y &= y_0 - f \frac{a_{12}(X - X_s) + a_{22}(Y - Y_s) + a_{32}(Z - Z_s)}{a_{13}(X - X_s) + a_{23}(Y - Y_s) + a_{33}(Z - Z_s)} \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

которые представим в виде

$$\left. \begin{aligned} x_0 - f \frac{x^*}{z^*} - x &= 0 \\ y_0 - f \frac{y^*}{z^*} - y &= 0 \end{aligned} \right\}; \quad (2)$$

где:

$$\begin{pmatrix} x^* \\ y^* \\ z^* \end{pmatrix} = A^T \begin{pmatrix} X - X_s \\ Y - Y_s \\ Z - Z_s \end{pmatrix}; \quad (3)$$

с матрицей направляющих косинусов

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \quad (4)$$

В формулах (1) - (4):

x, y – измеренные координаты опорной или связующей точки на снимке в системе координат цифрового фотоснимка, pix ;

x_0, y_0 – координаты главной точки снимка, pix ;

f – фокусное расстояние фотокамеры, pix

X, Y, Z - координаты точки местности, м ;

X_s, Y_s, Z_s - КЦФ снимка, м (ЛЭВО);

$a_{11}, a_{12}, \dots, a_{33}$ – направляющие косинусы, функции УЭВО ($\alpha, \omega, \aleph$):

$$\left. \begin{aligned} a_{11} &= \cos \alpha \cdot \cos \aleph \\ a_{12} &= -\cos \alpha \cdot \sin \aleph \\ a_{13} &= \sin \alpha \\ a_{21} &= \sin \omega \cdot \sin \alpha \cdot \cos \aleph + \cos \omega \cdot \sin \aleph \\ a_{22} &= -\sin \omega \cdot \sin \alpha \cdot \sin \aleph + \cos \omega \cdot \cos \aleph \\ a_{23} &= -\sin \omega \cdot \cos \alpha \\ a_{31} &= -\cos \omega \cdot \sin \alpha \cdot \cos \aleph + \sin \omega \cdot \sin \aleph \\ a_{32} &= \cos \omega \cdot \sin \alpha \cdot \sin \aleph + \sin \omega \cdot \cos \aleph \\ a_{33} &= \cos \omega \cdot \cos \alpha \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Из выражений (5) можно получить значения углов $\alpha, \omega, \aleph$:

$$\left. \begin{aligned} \omega &= \arctg \left(-\frac{a_{23}}{a_{33}} \right) \\ \alpha &= \arcsin(a_{13}) \\ \aleph &= \arctg \left(-\frac{a_{12}}{a_{11}} \right) \end{aligned} \right\} \quad (6).$$

Представленные формулы справедливы для фотограмметрической системы снимка, находящейся в пространстве системы координат OXYZ:

Для каждой измеренной на одном фотоснимке точки уреза воды M можно составить 2 уравнения коллинеарности (1.1), в которых известны:

- Значения координат x, y точки m в системе координат снимка;
- Элементы внутреннего ориентирования фотокамеры f, x_0, y_0 ;
- Координата Y точки уреза воды в системе координат OXYZ;
- Координаты центра фотографирования (проекции) снимка X_s, Y_s, Z_s .

При этом неизвестными величинами в уравнениях (1) являются:

- Угловые элементы внешнего ориентирования снимка α , ω , κ ;
- Координаты X , Z точки уреза воды в системе координат $OXYZ$.

При n измеренных на снимке точек получим $2n$ уравнений. Каждая новая точка, включенная в систему уравнений, дополнительно привносит 2 определяемых параметра (X , Z). Таким образом, общее количество неизвестных равно $3+2n$. Уравнение $3+2n = 2n$ решения не имеет, т. е. по одиночному снимку определить УЭВО фотокамеры невозможно.

Если точка уреза воды M измерена на паре снимков, то можно составить 4 уравнения коллинеарности (1.1), в которых известны:

- Значения координат x_l, y_l точки m_l в системе координат левого снимка;
- Значения координат x_p, y_p точки m_p в системе координат правого снимка;
- Элементы внутреннего ориентирования фотокамеры f , x_0 , y_0 ;
- Координата Y точки уреза воды в системе координат $OXYZ$;
- Координаты центра фотографирования левого снимка $X_{сл}$, $Y_{сл}$, $Z_{сл}$.
- Координаты центра фотографирования правого снимка $X_{сп}$, $Y_{сп}$, $Z_{сп}$.

При этом неизвестными параметрами являются:

- Угловые элементы внешнего ориентирования левого снимка α_l , ω_l , κ_l ;
- Угловые элементы внешнего ориентирования правого снимка α_p , ω_p , κ_p ;
- Координаты X , Z точки уреза воды в системе координат $OXYZ$.

При n измеренных на паре снимков точек получим $4n$ уравнений. Каждая новая точка уреза воды, включенная в систему уравнений, привносит дополнительно 2 определяемых параметра (X , Z). Таким образом, общее количество неизвестных равно $6+2n$. Решением уравнения $6+2n = 4n$ является $n=3$. Следовательно, для определения неизвестных элементов необходимо иметь не менее 3-ёх измеренных точек уреза воды на паре снимков.

Для измеренной на паре снимков точки местности, не находящейся на урезе воды, неизвестными параметрами будут:

- Угловые элементы внешнего ориентирования левого снимка α_l , ω_l , κ_l ;
- Угловые элементы внешнего ориентирования правого снимка α_p , ω_p , κ_p ;
- Координаты X , Y , Z точки местности.

В этом случае, при $4n$ уравнениях коллинеарности, неизвестных будет $6+3n$. Следовательно, для определения неизвестных потребуется не менее 6 точек, измеренных на паре снимков. Но это мнимое решение, т.к. фиксированного решения данной системы (в которой известны только координаты центров фотографирования) быть не может вследствие отсутствия жесткости системы относительно ее вращения вокруг оси OX системы координат $OXYZ$.

Так как уравнения (1) не линейны, используем метод приближений, используя технику уравнивания параметрическим способом.

Алгоритм обработки измерений в программе PicCalc таков:

1. Определяются приближенные УЭВО α , ω , $\aleph$ каждого снимка и координаты X , Z урезов воды. Для этого УЭВО принимаются равными нулю, а координаты уреза вычисляются методом прямой фотограмметрической засечки.

2. Приближенные УЭВО, координаты урезов и известные элементы подставляются в уравнения (1) и вычисляются координаты x' и y' точек. В силу погрешностей измерений, приближенности принятых в качестве неизвестных величин и т.д., координаты не будут равны измеренным значениям x и y .

3. Составляются уравнения поправок, принимая разности l_x , l_y между измеренными и вычисленными координатами точек в качестве свободных членов:

$$\left. \begin{aligned} a_1 \delta X + a_3 \delta Z + a_4 \delta \omega + a_5 \delta \alpha + a_6 \delta \aleph + l_x &= v_x \\ b_1 \delta X + b_3 \delta Z + b_4 \delta \omega + b_5 \delta \alpha + b_6 \delta \aleph + l_y &= v_y \end{aligned} \right\} \cdot \quad (7)$$

где δX , ..., $\delta \aleph$ - поправки к приближенным значениям неизвестных координат точки уреза воды X , Z и угловых УЭВО снимка, α , ω , $\aleph$;

$l_x = x - x'$; $l_y = y - y'$; v_x , v_y - поправки в измеренные координаты x , y .

Численные значения коэффициентов a_i , b_i уравнений (7) вычисляются как частные производные функций x , y по соответствующим переменным. Так:

$$a_1 = \frac{\partial x}{\partial X} = -\frac{a_1 f + a_3 (x - x_0)}{Z^*} \text{ и т.д.}$$

4. Система (1.7) решается методом наименьших квадратов, при условии

$$V^T P V = \min, \quad (8)$$

где V - вектор поправок; P - весовая матрица. Для этого составляют и решают нормальные уравнения:

$$(B^T P B) \delta + B^T P l = 0, \quad (9)$$

где B - матрица коэффициентов a_i , b_i для точек снимка; δ - вектор поправок δX , δZ , ..., $\delta \aleph$; l - вектор свободных членов уравнений (1).

Решением уравнения (1.8) является вектор поправок

$$\delta = -(B^T P B)^{-1} B^T P l. \quad (10)$$

5. Вводят поправки δ к приближенным значениям УЭВО и координат точек уреза воды, получают уточненные значения неизвестных.

$$\begin{aligned} X &= X_0 + \delta X \\ \vdots & \quad \quad \quad \vdots \\ \aleph &= \aleph_0 + \delta \aleph \end{aligned} \quad (11)$$

Вычисления повторяют, начиная с пункта 2, и продолжают, пока разность векторов δ последних приближений не станет меньше установленного допуска.

6. Выполняется оценка точности: в последнем приближении вычисляются весовые коэффициенты Q и поправки V . СКО вычисляют по формуле:

$$m_i = \mu \sqrt{Q_{ii}} \quad (12)$$

где $i = 1, 2, \dots, 5$ – номер поправки δ в (7); μ - ошибка единицы веса

$$\mu = \sqrt{\frac{[P_x v_x^2 + P_y v_y^2]}{2n - 5}} \quad (13)$$

где n – число точек уреза воды.

7. Вычисляются координаты измеренных точек, решая систему:

$$\left. \begin{aligned} a_1 \delta X + a_2 \delta Y + a_3 \delta Z + \ell x &= v_x \\ b_1 \delta X + b_2 \delta Y + b_3 \delta Z + \ell y &= v_y \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Разработанная технология позволяет получить не только количественную, но и качественную характеристику берегов. При периодических съемках возможен мониторинг изменений берегов.

© В.В. Чернов, О.В. Глухов, А.В. Жуков, 2010

УДК 528.926:004

Е.С. Утробина, В.С. Писарев

СГГА, Новосибирск

РАЗРАБОТКА ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ТУРИСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «ПИХТОВЫЙ ГРЕБЕНЬ»

В статье рассмотрен краткий анализ вариантов создания трехмерных моделей, на его основе предложена схема создания трехмерной картографической модели «Пихтовый гребень» с учетом ее дальнейшей реализации в виртуальной среде.

Ye.S. Utrobina, V.S. Pisarev

Siberian State Academy of Geodesy (SSGA)

10 Plakhotnogo UL., Novosibirsk, 630108, Russian Federation

DEVELOPMENT OF THE 3D MODEL FOR THE TOURIST COMPLEX «PIKHTOVY GREBEN»

The paper presents a brief analysis of the 3D model development variants. The scheme for the development of the 3D cartographic model “Pikhtovy greben” is offered. Its further application in the virtual net is considered.

В настоящее время, наиболее естественным способом визуализации является трехмерное моделирование, которое позволяет создать точную модель, максимально приближенную к реальности, в которую можно вносить практически любые изменения. Современное программное обеспечение позволяет достичь высокой степени детализации и наглядности, а также дает возможность интеграции с любыми другими профессиональными программными продуктами [1]. Расширение спектра задач, для решения которых используются геоинформационные технологии, повышение качества восприятия визуальной информации о пространстве, ведет к тому, что традиционное создание карт и атласов находит продолжение в современных мультимедийных технологиях и компьютерных трехмерных моделях с элементами виртуальной реальности.

Под виртуальным картографированием понимается процесс создания виртуальных геоизображений, которые сочетают в себе свойства карты, перспективного снимка, блок - диаграммы и компьютерной анимации. Визуализация этих геоизображений опирается на применение эффектов трехмерности и анимации, кроме того они характеризуются возможностью программного управления, интерактивным взаимодействием с геоизображением и окружающей его виртуальной средой, уменьшением свойств знаковости, условности за счет придания геоизображению

реалистических черт, иллюзией полевого наблюдения и возможностью реализации измерительных свойств [2].

Разрабатываемая трехмерная модель туристического комплекса «Пихтовый гребень», предназначена для туристов и экстремалов. При ее реализации предполагается использовать новейшие технологические решения ландшафтного трехмерного моделирования местности и методов визуализации. Примечательно, что трехмерные модели позволяют создавать гораздо более удобные, туристические путеводители упрощающие ориентирование на местности, одновременно их можно использовать как рекламные продукты. Трехмерное представление рельефа, зданий и сооружений, элементов инфраструктуры и других географических и пространственных объектов комплекса позволит воссоздать ландшафт, архитектуру сооружений и взаиморасположение объектов, сохранив при этом их географическую точность и достоверность.

Трехмерность представления общегеографической информации в сочетании с туристической нагрузкой будет проста и понятна даже для не владеющих картографией современных пользователей, которые уже подготовлены к восприятию пространства в 3 D, поскольку умеют быстро ориентироваться на местности, благодаря широко распространенным компьютерным играм с миром виртуальной реальности. Это наиболее наглядный способ визуализации, позволяющий пользователю отобразить модель так, как удобно, чтобы взглянуть на рельеф местности с высоты птичьего полета, проехать по маршруту, посмотреть расположение зданий и сооружений, оценить удобство размещения объектов относительно друг друга, осмотреть здания, планировку объектов, интерьер помещений.

Прежде чем создать трехмерную модель, необходимо определить ее назначение, должна ли она обладать высокими измерительными свойствами, или же основной акцент будет ставиться на ее реалистичности, наглядности и дизайне. В зависимости от этого следует подбирать подходящий программный продукт и вариант для ее воплощения. Выбор того или иного варианта обуславливается наличием, или возможностью получения, исходных материалов. В настоящее время известно несколько вариантов создания трехмерных моделей. С целью выявления общих и отличающихся технологических этапов реализации трехмерных моделей, особенностей их оформления, используемого программного обеспечения, достоинств и недостатков, а также для разработки оптимальной схемы создания трехмерной модели туристического комплекса «Пихтовый гребень», был выполнен сравнительный анализ, результаты которого представлены в виде табл. 1.

Для своевременного получения реалистичного изображения трехмерной модели с высокими измерительными свойствами, с помощью систем автоматизированного проектирования (САПР), цифровых фотограмметрических станций (ЦФС) и геоинформационных систем (ГИС), требуется дорогое специализированное программное обеспечение и высококвалифицированные специалисты, что ограничивает круг их пользователей. Формирование трехмерных моделей требует определенных навыков и творческих способностей

исполнителя, а также больших компьютерных ресурсов (объем памяти и быстродействие процессора), что увеличивает трудоемкость работ. В настоящее время распространена практика так называемой «фотовизуализации» создания высокоточных моделей зданий, сооружений и ландшафтов при которой воспроизводятся не только очертания сооружений и объектов, но и их внешний вид за счет наложения с текстуры фотоснимка либо создания точных цифровых моделей.

Для воплощения трехмерной модели туристического комплекса «Пихтовый гребень», а в дальнейшем ее реализации в виртуальную среду предлагается следующая схема создания (рис. 1).

Таблица 1. Сравнительный анализ вариантов создания трехмерных моделей

Критерии анализа сравнения	Варианты создания (исходные данные)					
	Наземных съемок	Лазерного сканирования	Аэро-космической съемки	Картографические		
				аналоговые	Цифровые	
					растровые	векторные
Получение цифровых данных	-Тахеометр; -GPS; - Цифровые камеры	Лазерное сканирование	- Сканирование аналоговых АКС; -АК съемка.	Сканирование картматериалов	Карта в растровом формате	Карта в векторном формате
Обработка цифровых материалов для построения ЦМР и ЦММ	-Переработка геодезических измерений; -Построение контуров; - Заполнение атрибутивных таблиц		- Дешифрирование и стереорисовка контуров, заполнение атрибутивных таблиц	-Векторизация общегеографической основы; - Формирование таблиц с атрибутивной информацией		-Редактирование содержания и таблиц
Формирование 3D модели	Средствами САПР или ГИС					
Оформление	АК снимками высокого разрешения, фотоснимками наземной цифровой съемки, использование стандартных эффектов ПО.					
Точность	Высокая			Точность модели зависит от точности исходного материала		
Недостатки	- Ограниченность применения, высок. стоимость оборудования (GPS;) - Трудоемкость высок стоимость работ (тахеомер); - Ограниченность территории (цифр. камеры)	-Избыточная детализация; -Высокие системные требования; -Трудоемкость; -Высокая стоимость работ и оборудования	-Трудоемкость; - Высокая стоимость работ и оборудования.	- Сложности при конвертации; -Трудоемкость; - Большой объем работ по редактированию.		
Достоинства	Высокая производительность, качество, точность.	Высокая производительность, качество, точность.	Качество и точность, большой охват территории при съемке.	- Сравнительно недорогое программное обеспечение; - Нет необходимости в полевых работах		



Рис. 1. Предлагаемая схема реализации трехмерной модели туристического комплекса «Пихтовый гребень»

Создание любых картографических произведений начинается с подготовительных работ. На этом этапе осуществляется сбор исходных материалов для построения трехмерной модели, собираются дополнительные мультимедийные элементы: звук, справочная информация, видео, фото и т. д., разрабатывается дизайн и программирование интерфейса.

На следующем этапе выполняется составление общегеографического содержания, где осуществляется формирование ЦММ, посредством векторизации содержания и заполнения атрибутивных таблиц. Для формирования ЦМР необходимо подготовить данные о рельефе (список точек местности с координатами X, Y, Z).

Далее с помощью средств 3D моделирования строится трехмерная модель местности.

В процессе составления - оформления тематического содержания одновременно осуществляется редактирование всей трехмерной картографической модели. Наносятся надписи. Здесь удобно формировать,

библиотеку 3D объектов, где будут содержаться текстуры типовых объектов и заливок, фото местности и типовые заготовки моделей 3D объектов, которые будут использоваться для оформления туристского содержания.

На этапе интеграции мультимедийных объектов осуществляется увязка всех мультимедийных элементов с трехмерным изображением. Для создания виртуальных карт дополнительно выполняется анимация изображения (определяются связующие сцены, и выбирается траектория вращения модели или движения). Создаются эффекты окружающей среды (солнечное освещение, туман, дождь, снег и т.п.) и средства интерактивного взаимодействия с ними, добавляется звуковое сопровождение (шум ветра, скрип снега и т. д.). Усилению реалистичности ситуации может способствовать анимация с видом лыжника спускающегося со склона горы.

Применение мультимедийных программ при виртуальном картографировании ведет к созданию синтетических произведений, которые содержат видео- и аудиосредства не только для показа самих картографируемых объектов, но и окружающей среды [2].

Далее формируется интерактивный интерфейс пользователя, т.е. возможность пользователей совершать с картографической моделью различные манипуляции (например, выполнить виртуальный облет территории, поворачивать модель к наблюдателю разными сторонами, рассматривать под разными углами зрения с различных расстояний в разное время суток, уменьшить или увеличить скорость полета, выполнять простейшие измерения и т.д.).

Таким образом, трехмерная картографическая модель туристического комплекса «Пихтовый гребень» будет представлять собой поверхность, построенную с учетом рельефа местности, на которую наложено изображение векторной карты, и расположенные на ней трехмерные объекты, соответствующие объектам двухмерной карты. Она позволит выбирать объекты с целью запроса информации об объекте, предусматривать возможность редактирования внешнего вида и характеристик, будет обеспечивать получение интерактивной справочной информации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Обзоры и обозрения. Город XXL века: виртуальная среда обитания - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www. G:\CNews_.htm](http://www.G:\CNews_.htm).
2. Берлянт, А.М. Виртуальное картографирование. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://vivovoco.rsl.ru/VV/JOURNAL/NATURE/07_02/VIR-MAP.HTM./](http://vivovoco.rsl.ru/VV/JOURNAL/NATURE/07_02/VIR-MAP.HTM/)

© *Е.С. Утробина, В.С. Писарев, 2010*

УДК 528.926:004

Г. Удвалтсэцэг

Институт геоэкологии Академии наук Монголии, Монголия

БАЗА ГЕОДАНЫХ ДЛЯ БАСЕЙНА РЕКИ ТУУЛ

G. Udvaltssetseg

Mongolian Academy of Sciences

Institute of Geoecology

Mongolia

E-mail: udvaltssetseg@ecology.mas.ac.mn

GEO-INFORMATION DATABASE FOR THE TUUL RIVER BASIN

Abstract

The Tuul River is one of the biggest rivers in Mongolia and it originates from Khan Khentii wilderness and runs through the city of Ulaanbaatar and flows into the Orkhon River, which is the biggest tributary of Selenga River basin.

Domestic and international scientists concerning the ecosystem of the Tuul River basin have become highly vulnerable to climate change impact. We have developed a geodata base for the first time in Mongolia by digitizing the topographic map at scale of 1:100000, using ArcView software. The database will further become the base information for any research work relevance to make spatial-time analyzes within the river basin.

Key words: topographic map, geoinformation system, space, vector data, attribute information

Introduction

Creation of computer and high technology made the bigger step forward to the development of science such as appropriate and organized way of collecting massive size of information on nature and efficient use of such information in place. Moreover, a possibility of making spatial-time analysis and quality assessment on the information and ways to create a new information and data on the software have been facilitating scientists to enhance their work efficiency in the development and creation of science. The organized and collated data and information help decision makers to make appropriate solution in regard with the governing the country.

Nowadays, there are a large choice of software and systems to be used for various purposes, research and study and they are based on computerized technologies with high capacity. A geoinformation system is the best example [1].

A geoinformation system is the complex of computer, software and geographical data that captures, stores, analyzes, manages, and presents data that is linked to location [2].

A geoinformation system is the most appropriate method for analyzing spatial information on all nature objects [3].

The main key for effective use of geo-information data is high qualitative technology, system and software. Another one of the important things for geo-information data is to have well organized and logically orderliness and standardized sources of information which also have to be accurate and realistic.

The Institute of Geo-ecology of MAS has been carrying out the basic research work called **“Modeling the integrated water management of the Tuul River and ecological study of the area”**. Within the framework of the research work, we have developing complete vector data associated attribute information by digitizing main elements of topographic maps. As a result, the geo-information database for the Tuul River has been done by using ArcView software.

Reference information, data and study

The basic geo reference materials for this research work will be the 1:100 000 scale 65 topographic maps developed in between 1980-1986. The maps were developed based on aerial photographs which were taken in between 1942-1945, using stereo-photogram method.

There were no investigations done for the Tuul River basin. The Tuul River basin mapping was a part of the “National project for utilization and protection of integrated water resources in Selenga River basin” developed by the Institute of Water Survey and Research /old name/ in 1984. The scale of mapping in the scheme is 1:1 500 000 – 1:3 000 000.

In the past few years, the scientists from the Institute of Geo-ecology have developed series of electronic maps on geomorphology, land shaft and soil in medium scales.

Methodology

Methodological technology for processing geo-information database for the Tuul River basin is shown in Fig.1.

It was decided that the projected coordinate system ‘Universal Transverse Mercator (UTM) and geographic coordinate system ‘World Geodetic System 84’ (WGS 84) should be used for georeferencing the maps and displaying subsequent vector data. This coordinate system was approved by the Mongolian Government regulation 25 on the 28th January 2009.

The Tuul River Basin georeferencing was done using GPS-derived tic points, to give an accurate representation in the WGS 84 geographic coordinate system. The original topographic maps were published in the Krasovsky 1940 geographic coordinate system.

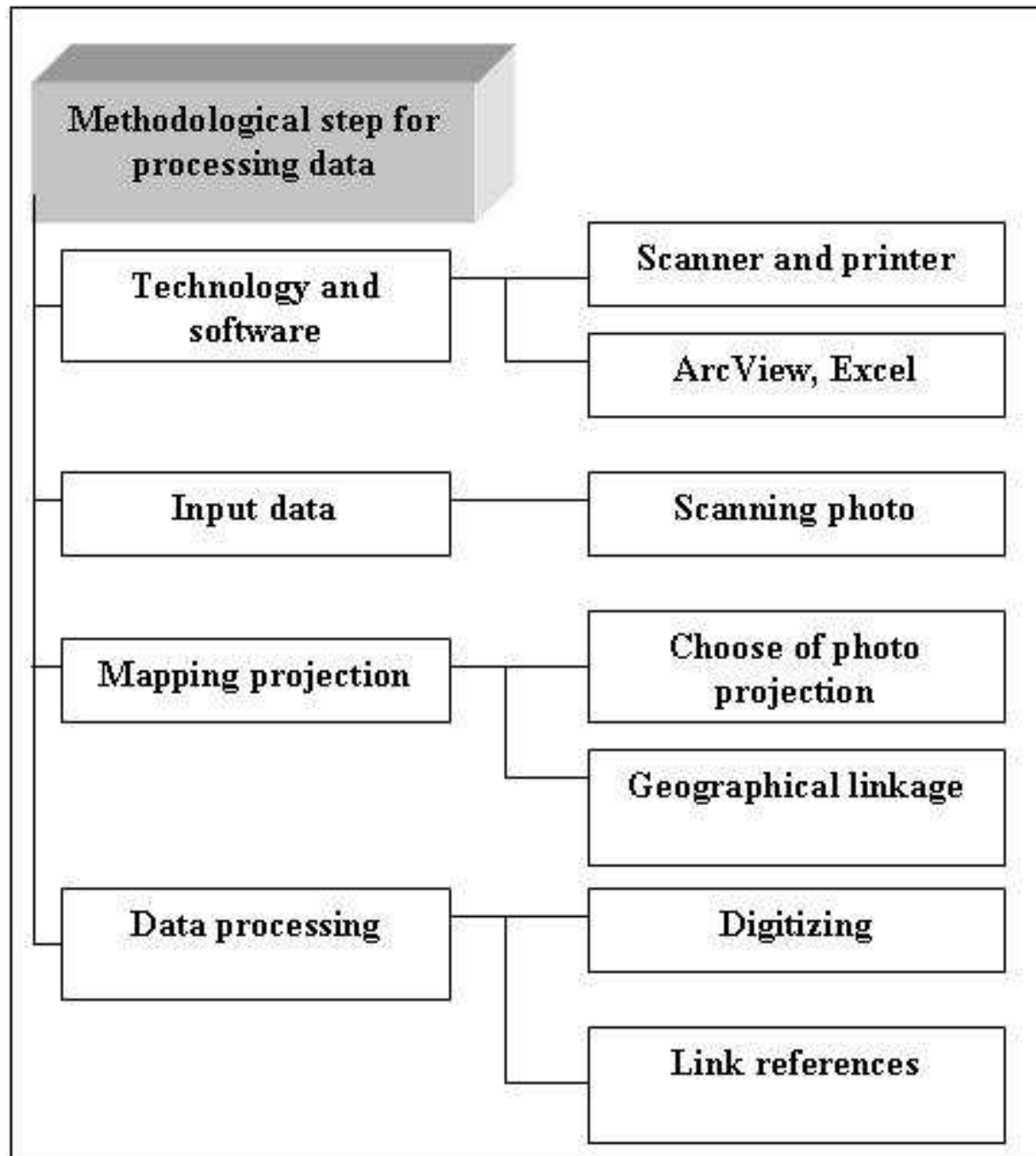


Figure 1. Methodological technology for processing geo-information database

Results

The most common method for illustrating spatial data by graph is the map and it shows the object by point, line and area [4].

Table 1 shows that which element of spatial base shall be chosen for digitizing main elements of the map into the vector data. By using this sample, the spatial base of main elements will be created.

Table 1. Sample for digitizing elements of main map into vector data

Structure of sample	Base data	Type of spatial base		
		I	II	III
1	2	3	4	5
1. Digital map-base map 1.1. Relief /Digital sample of altitude/ 1.2. Urban area /status of administration and number of population/ 1.3. Road network /by type of road/ 1.4. Administration and territory distribution /various type of boundaries/	1:100000 scale topographic map will be used	*	*	*
2. Data relevant to water object 2.1. River /with permanent and temporary flow/ 2.2. Lake /volatile and perennial, salty and unsalted/ 2.3. Springs 2.4. Well 2.5. Saline, salt-marsh and sludge	Location map will be used	*	*	*

Note: I- Point,II-Line, III-Area

Sample for created attribute data base of base topographic map details

For the Tuul River Basin all features have been digitized and all attribute information completed. For instance, all objects which are illustrated by points have been added to the database such are data of altitude and all socio-economic related data such as number of population, wells, springs and other objects and their location in urban area (Fig. 2).

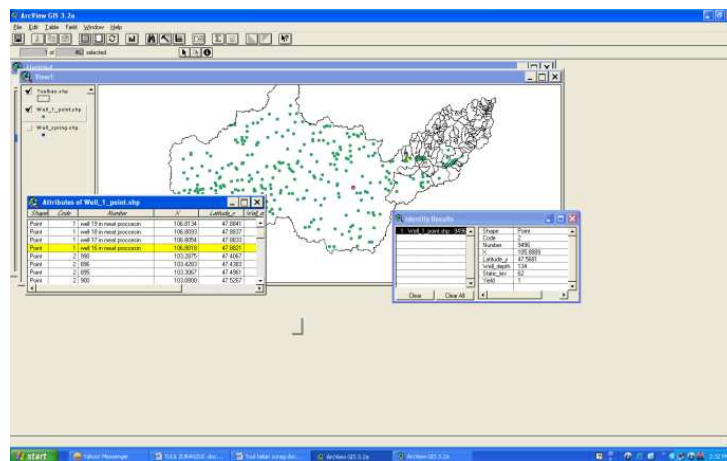


Figure 2. A database for water points in the Tuul River basin

All objects which are illustrated by lines have been added to the database such are length of the objects and other related necessary information (Fig. 3).

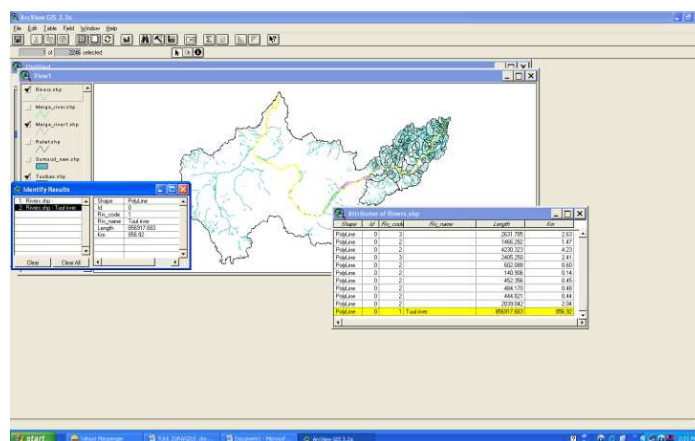


Figure 3. A database for rivers in the Tuul River basin

All objects which are illustrated by area have been added to the database such are sub-data related to squire and distribution of the objects (Fig. 4).

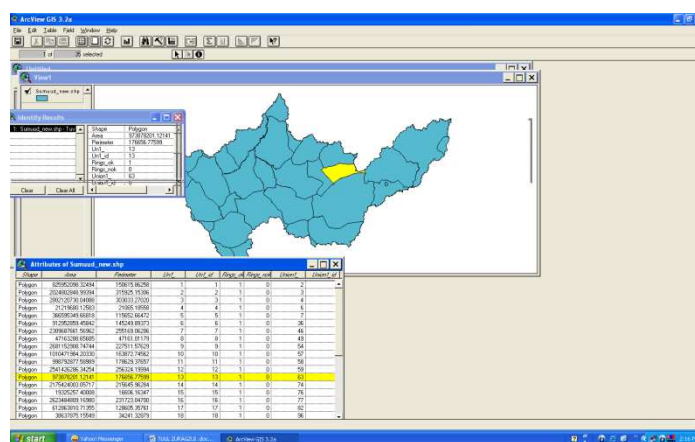


Figure 4. A database for administration unit in the Tuul River basin

The following data will be used for sub-database for geo-information database as:

Rivers - their name, length /this data will be created as polygon/ and other necessary information have been included into the sub-data base. For the rivers data relating to rivers` width, run-off, chemical characteristics, name of province (*aima*) and sub-province (*soum*) are added.

Lakes - their name, squire and perimeter (those data will be created as polygon) and other necessary information have been added in the sub-data base. For the lakes, the data related to lakes' width, chemical characteristics, name of province and sub-province, where the lakes are located, can be added.

Relief - horizontal and altitude points

Center of province (*aimaq*) and sub-province (*soum*) - name

Boundary squire of aimags and soums.

Using above mentioned geo-information database, we have developed an electronic physiographic map (Fig. 5).

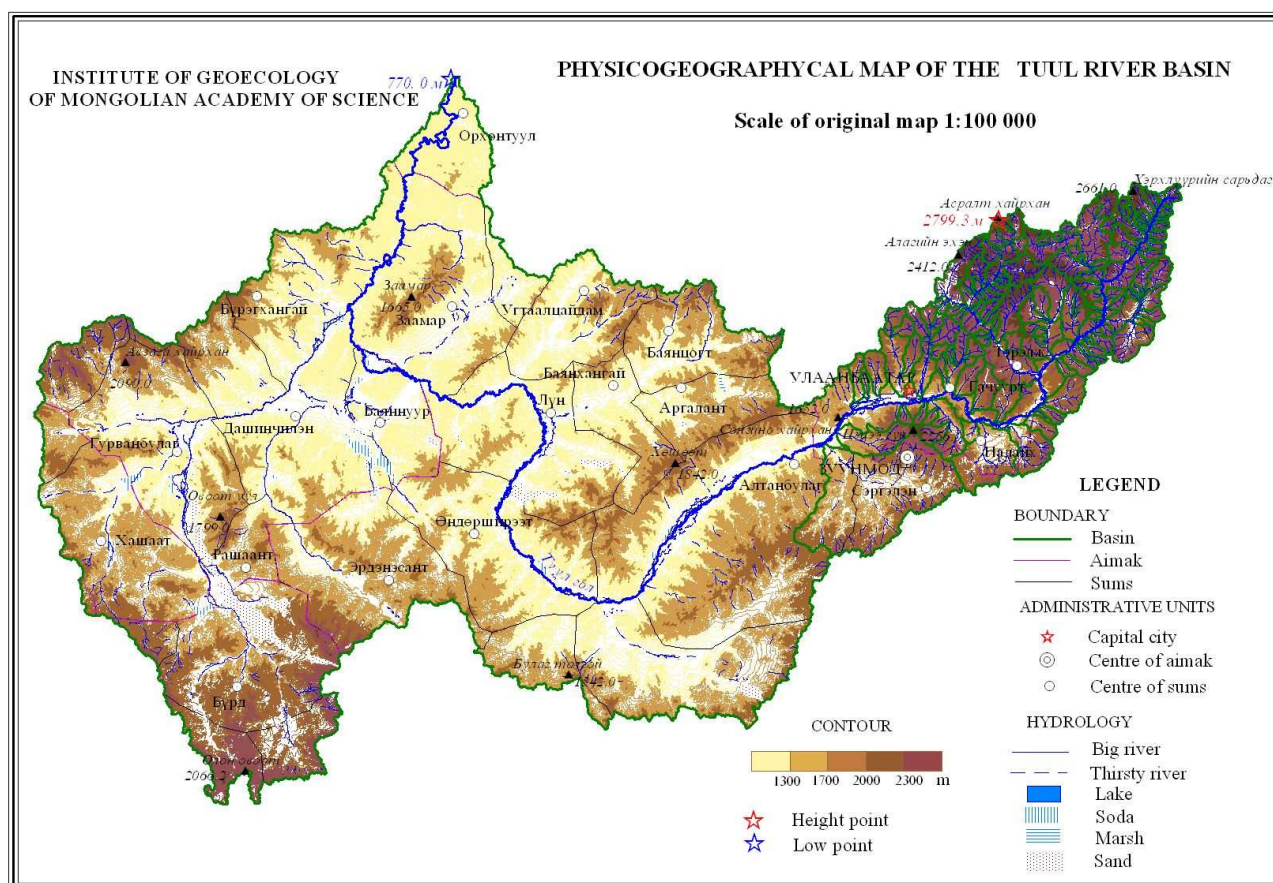


Figure 5. The physiographic map of the Tuul River basin

Conclusion

1. The developed geo-information database for the Tuul River by digitizing scale 1:100000 topographic map using ArcView will be crucial for further cartographic work.

2. Since the ecosystem of the Tuul River basin have become highly vulnerable to climate change impact and it has been concerned by domestic and International scientists, the geo-information database developed by us will be used as a base reference for further spatial and time analysis and qualitative and quantitative assessment on space and time.

References

1. Amarsaikhan D. "Geoinformation system and modeling spatial features". "Erdem" newspaper, printed by MAS, N: 04/58/. UB. 2002. Page 4-6.
2. Amarsaikhan D. "Principles for using geoinformation database system in nature resources management" UB. 2007
3. Konavalova N.B, Kapralov E.G. "Introduction into GIS". Petrazavodsk, 1995. 160p.
4. Udvaltsetseg G. "Developing necessary geo-information database for water resources mapping". "Aspects of Mongolian Geo-ecology" N: 3. Institute of Geo-ecology of MAS. UB. 2000. Page 102-112

Contacts

Gendavaa UDVALTSETSEG, PhD

Scientific Secretary of the Subassembly of Geology and Geography

Institute of Geoecology

Mongolian Academy of Sciences

A.Amar street 1, Sukhbaatar Sq.3

Ulaanbaatar 210620A

Mongolia

Tel: (976-11) 265001

Fax: (976-11) 262247

E-mail: udvaltsetseg@ecology.mas.ac.mn

gendvaa_u@yahoo.com

www.mas.ac.mn/mn/index.php

© Г. Удвалцеег, 2010

УДК 528.9

С.С. Титов, А.И. Вдовин, П.П. Мурзинцев

ВЕАГП, Минусинск, СГГА, Новосибирск

МЕТОДИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ ПО ПЕРЕСЕЧЕННОЙ МЕСТНОСТИ

При создании навигационных карт предлагается создать граф возможных маршрутов на основе сети узлов и «ребер», где каждые узлы и «ребра» учитывает объекты и условия местности.

S.S. Titov, A.I. Vdovin, P.P. Mursinzev

Verhneeniseyskoe Aerogeodesic Enterprise (VEAE)

22 Tuvinskaya, Minusinsk, 662605, Russian Federation

SSGA, Novosibirsk

TECHNIQUE OF THE AUTO ROUTING ON THE CROSS-COUNTRY TERRAIN

The technique of automatic routing on a cross-country terrain is offered. The variant of construction of a network is described.

В настоящее время в нашей стране в рамках программы «ГЛОНАСС» активно ведётся оснащение транспортных средств навигационным оборудованием, и, как следствие, растёт актуальность систем навигации. Одним из важнейших составляющих навигации является маршрутизация, то есть выбор оптимального пути следования объекта в пространстве. Говоря о маршрутизации объектов, движущихся по поверхности земли, наибольшее распространение получила автомобильная маршрутизация. Её основа – заблаговременно созданный граф дорожной сети. Серьёзным недостатком такого подхода является невозможность проложения маршрута к объекту, не имеющему отношения к непосредственной близости автодорог.

Наряду с автомобильным транспортом существует ряд объектов, наличие дорожной сети для которых отнюдь не обязательное условие передвижения. Примером таких объектов может служить вездеходный и вьючный транспорт, а также пешеходы. Актуальность маршрутизации для этих объектов иногда не ниже, чем на автомобильном транспорте.

Выход из сложившейся ситуации может быть найден в создании навигационных карт, содержащих плотную сеть узлов и рёбер, составляющих граф возможных маршрутов (рис. 1), где каждое ребро учитывает в своих параметрах объекты и условия местности, через которые оно проложено (растительность, рельеф, наличие и качество объектов дорожной сети и т.д.)

Параметры рёбер в свою очередь учитываются при построении маршрутов по ним.

Конечно, для создания таких навигационных карт требуются электронная картографическая основа высокой точности и детальности. И такая основа у нас в стране существует. Это цифровые топографические карты (ЦТК) масштаба 1:25000, создаваемые предприятиями отрасли геодезии и картографии. Они обладают достаточной детальностью для обеспечения решения задач маршрутизации, как любого вида транспорта, так и пешеходов. Эта картографическая продукция создаётся согласно единым нормам и действующей инструкции, а также в едином формате и с общим классификатором объектов, что позволяет выработать общие для всей страны подходы создания навигационных карт. Также следует отметить, что использование ЦТК для решения задач маршрутизации повышает требования к их актуальности и соответственно должно привести к изменению сложившихся норм и подходов к обновлению и мониторингу картографической продукции.

В настоящий момент в Верхнее-Енисейском АГП разрабатывается программа, позволяющая строить в автоматическом режиме на базе листа ЦТК масштаба 1:25000 граф возможных маршрутов и производить построение маршрута движения по нему. В качестве компонентов работы с цифровой картографической информацией были использованы компоненты GIS ToolKit 10, производства КБ «Панорама», что обеспечивает полную совместимость с форматом .sxf, который является форматом хранения исходных ЦТК.

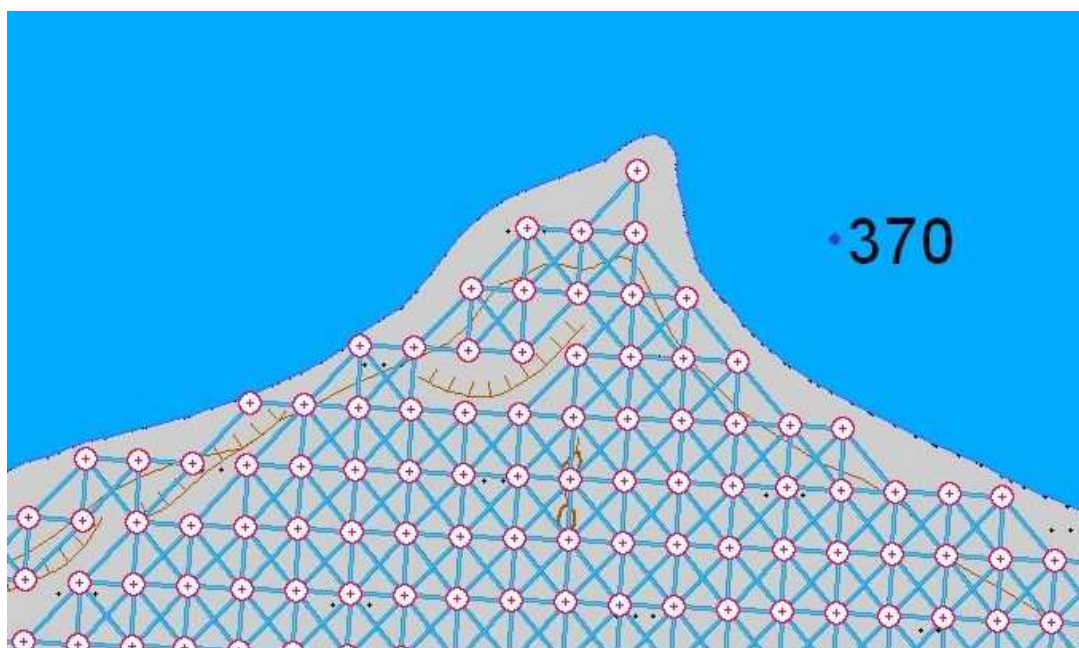


Рис. 1. Пример построения графа возможных маршрутов на основе ЦТК

Подобные системы маршрутизации имеют большие перспективы. При правильной постановке условий построения графа возможных маршрутов, а также определении коэффициентов влияния различных особенностей местности можно решать задачи маршрутизации при различных видах объектов движения и их параметрах. Создание единой системы маршрутизации в

масштабах страны способно существенно поднять эффективность любых работ, связанных с передвижением в условиях отсутствия плотной дорожной сети, что наблюдается на большей части территории нашего государства.

© С.С. Титов, А.И. Вдовин, П.П. Мурзинцев, 2010

УДК 551.578

Э.Р. Семакова, С.И. Климов

НИГМИ Узгидромета, Ташкент

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЛАВИН

Описана методика построения карты частоты формирования лавин на примере бассейна реки Камчик (Западный Тянь-Шань). Исходными данными являлись цифровая модель рельефа и база данных, содержащая сведения о сходе лавин. Данную карту предполагается использовать для расчета дальности выброса лавин и построения карты частоты поражения лавинами для данного района.

E.R. Semakova, S.I. Klimov

Hydrometeorological Research Institute (NIGMI)

72, K. Makhsumov str., Tashkent, 100052, Uzbekistan

ABOUT POSSIBILITY OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS USING FOR SPATIAL PATTERN ASSESSMENT OF AVALANCHING FREQUENCY

The technique for avalanche formation frequency mapping is described (Kamchik river basin in mountain regions of Western Tien-Shan as an example). Input data were digital elevation model and database including information about avalanching cases. This map can be applied for avalanche runout distance computation and avalanche prone mapping for given region.

Снежные лавины обладают огромной разрушительной силой и наносят большой ущерб различным коммуникациям и другим объектам, расположенным в зоне их действия. Одним из важных объектов для народного хозяйства Республики Узбекистан является автомагистраль Ташкент – Ош. Наиболее уязвимая часть этой дороги с точки зрения лавинной опасности проходит через перевал Камчик. Для определения объектов, подверженных действию лавин в данном районе, использовались спутниковые карты с сервиса GoogleEarth.

В данном районе установлена стационарная снеголавинная станция, непрерывные наблюдения которой ведутся с 1982 г, хотя эпизодические экспедиционные наблюдения за сходом лавин проводились с 1965 г. Вся информация по результатам наблюдений собрана в Базе Данных «Лавины Узбекистана». Она включает сведения как о характеристиках зарегистрированных лавин (тип по влажности и генезису снега, размеры,

наличие ущерба, состояние и толщина снега в зоне отрыва, транзита и остановки, метеорологические условия и др.), так и морфометрических показателях лавиносборов.

В работе использовался подход к определению частоты формирования и поражения лавинами, разработанный для Чимганской долины [1]. Распределение числа схода лавин по экспозиции и углу наклона склона в зоне формирования лавин района перевала Камчик представлено на рис. 1.

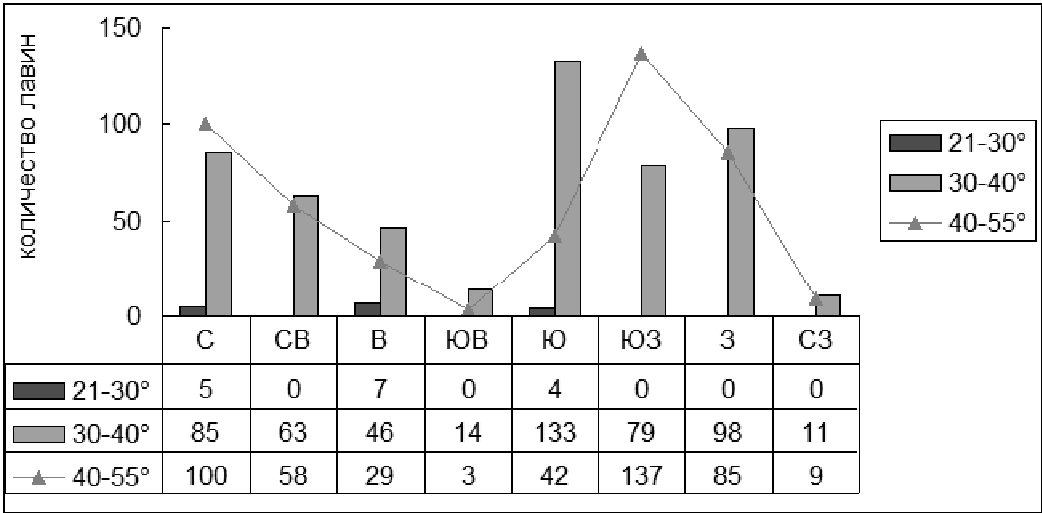


Рис. 1. Распределение числа схода лавин по экспозиции и углу наклона склона в зоне их формирования

Цифровая модель рельефа (ЦМР) получена с космических снимков ASTER и разрешение ее составляет 30 м. На основе этой модели было рассчитано распределение площади района по тем же интервалам угла наклона склонов и экспозициям (рис. 2). Площадь дана количеством ячеек ЦМР.

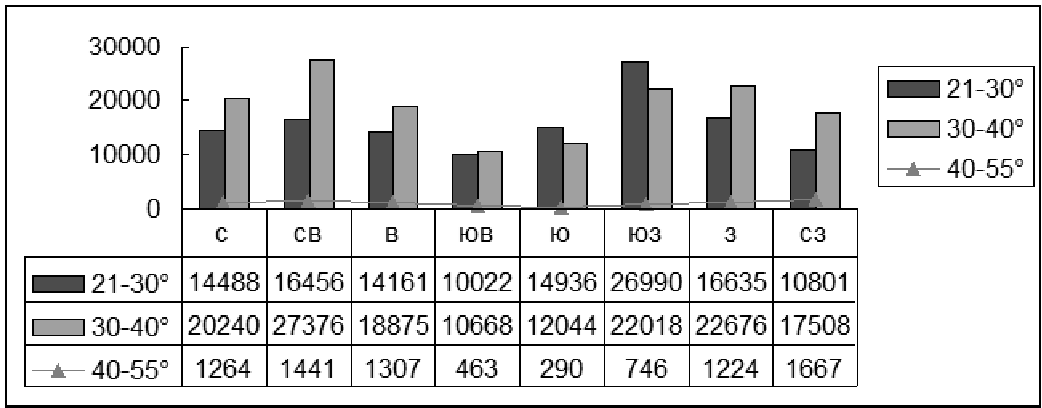


Рис. 2. Распределение площади района по экспозиции и углу наклона склона

Удельные вероятности формирования лавины (число лавин за год) с участка единичной площади с заданной экспозицией и углом наклона были получены последовательным делением числа лавин из таблицы рисунка 1 на

соответствующие площади из таблицы рис.2 и число лет наблюдений (30). Результаты приведены на рис. 3. Для удобства они преобразованы в число лавин за 100000 лет с участка единичной площади.

Как видно из рис. 3, наиболее вероятными местами формирования лавин являются склоны с крутизной более 40°, имеющие экспозиции от южной до юго-западной. Ветер в этом районе преимущественно дует с севера, северо-востока (к концу снегопада) и вызывает перераспределение снега на склоны южной, юго-западной экспозиции. Это как раз те участки, которые традиционно рассматриваются как лавинные очаги, угрожающие дороге.

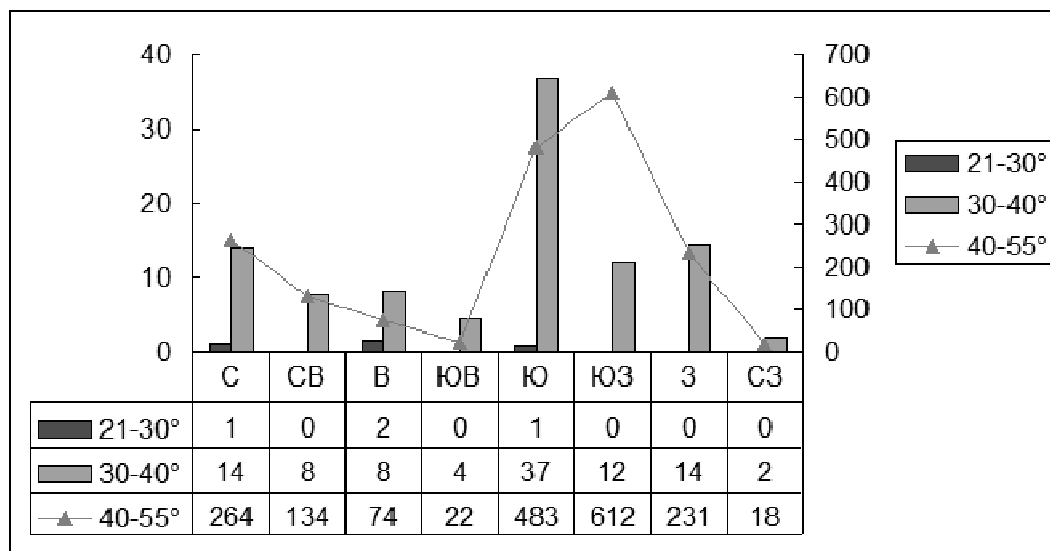


Рис. 3. Вероятность формирования лавины (100000·число лавин/год) с единичного участка в зависимости от его экспозиции и угла наклона

Для построения карты вероятности формирования лавин использовался модуль “Spatial Analyst” геоинформационной системы ArcGIS 9.3. Составлена следующая схема определения мест формирования лавин с различной ее частотой (рис. 4). Grid-ы экспозиции и крутизны классифицировались на участки по заданным интервалам. Для присвоения уникального значения частоты формирования лавин, соответствующей определенному классу экспозиции и крутизны склонов, использовалась функция Combine. Классифицированная по участкам с различной вероятностью формирования лавин территория района перевала Камчик представлена на рис. 4.

Данная карта может служить основой для определения участков, поражаемыми лавинами с различной частотой, например 1 раз в 5, 50 и 95 лет. Для этого необходимо рассчитать дальность выброса лавин. В норвежской $\alpha - \beta$ модели [2] для расчета остановки лавины использовались данные по лавинам, повторяемостью 1 раз в 100 – 300 лет. Эта модель показала свою эффективность (коэффициент корреляции 0,92; стандартная ошибка расчета составляет 2.3^0) во многих горных странах:

$$\alpha = 0.96 \beta - 1.4^0,$$

где: β - угол (град.) между горизонталью и направлением от точки отрыва лавины до точки на продольном профиле пути схода лавины, где угол наклона поверхности лотка равен 10^0 ; α - угол (град.) между горизонталью и направлением от точки отрыва лавины до точки остановки лавины (рис. 5).

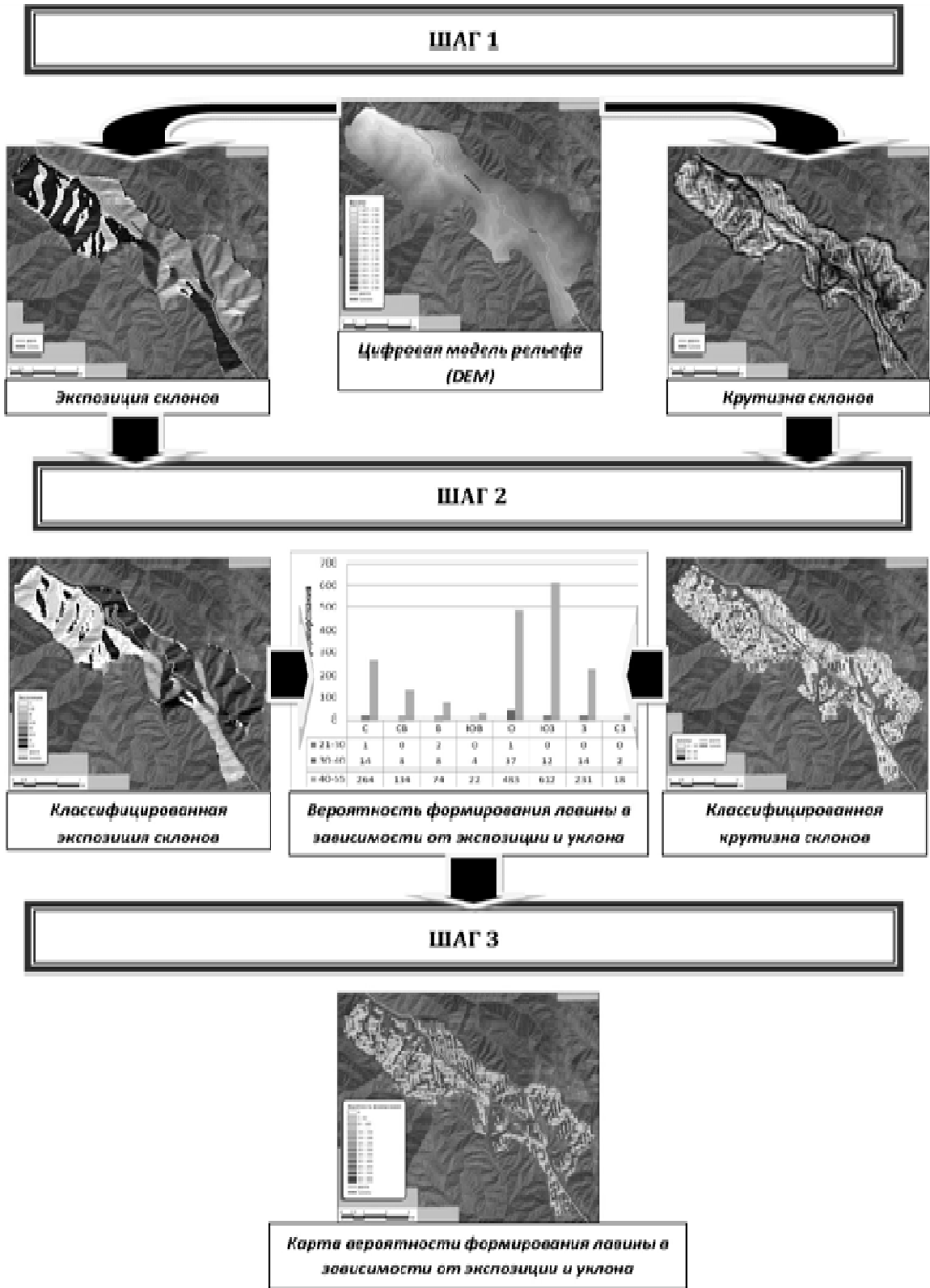


Рис. 4. Схема определения вероятности формирования лавин на примере района перевала Камчик

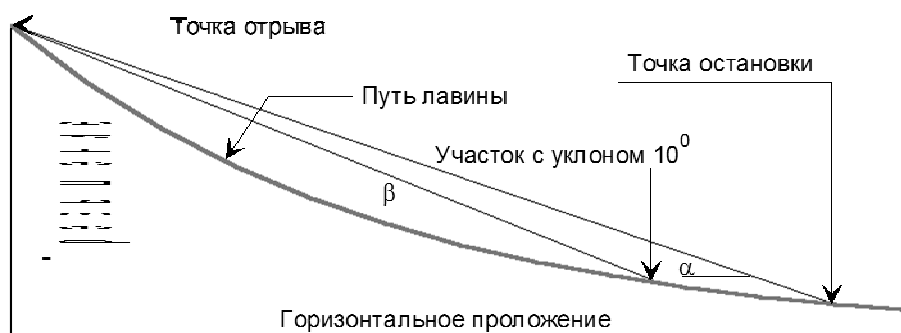


Рис. 5. Схема определения точки остановки лавины

Исходными данными для расчета пути схода лавин, от мест, где возможно их формирование, будут являться Grid-ы вероятности формирования лавин, направления стекания воды (лаvin) Flow Direction, крутизны склонов, высоты местности.

На примере карты территории, поражаемой лавинами 1 раз в 50 лет, планируется определить точки пересечения дороги с зоной поражения, и соответственно, обеспечить для таких участков необходимую защиту.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Р.С. Батыров, Е.Г. Какурина, Ф.И. Перцигер и др. Лавины Узбекистана / Ташкент: САНИГМИ, 2003. – 119 с.
2. K. Lied. Snow avalanche experience through 25 years at NGI // Norwegian Geotechnical Institute. – Oslo: NGI. – 1998. – Publication 203. – P. 7–14.

© Э.Р. Семакова, С.И. Климов, 2010

УДК 504.5+911.6+911.9

И.Н. Ротанова

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ В ПРЕДУПРЕЖДЕНИИ И ОЦЕНКЕ ПРИРОДНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ (НА ПРИМЕРЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ)

В основу оценки территории по степени экологического риска положен эколого-географический анализ, а также геоинформационно-картографический метод исследований. Это позволяет выявить специфику природных условий, нагрузку от антропогенного воздействия, а так же оценку состояния окружающей среды и здоровья населения. В качестве единиц информации при картографическом моделировании обычно принимается ландшафтная структура территории. В процессе ландшафтно-экологического картографирования Алтайского края составлена матрица условий, факторов и взаимосвязей, которая позволяет не только всесторонне охарактеризовать, проанализировать соотношения между свойствами природных комплексов и антропогенной нагрузкой, но и выявить в результате изменения в окружающей среде, приводящие к предпосылкам неблагоприятных экологических процессов и явлений - экологическому риску.

I.N. Rotanova

Institute for Water and Environmental Problems SB RAS

1 Molodyozhnaya St., Barnaul, 656038, Russian Federation

GEOINFORMATION TECHNOLOGIES AND MAPPING FOR PREVENTION AND ASSESSMENT OF NATURAL AND ECOLOGICAL RISKS (ALTAI KRAI AS A CASE STUDY)

The assessment of ecological risk for the territory is based on ecological-geographical and geoinformation-cartographical analyses. It makes it possible to determine the specific natural conditions and anthropogenic load as well as to assess the environment and human health. The cartographical modeling treats landscape structure of the territory as an information unit. In the course of landscape-ecological mapping of Altai Krai the matrix of conditions, factors and relationships was created. It allows the description and the analysis of relationship between the features of natural complexes and the anthropogenic load to be carried out, and the environment change causing the prerequisites for the occurrence of unfavorable ecological processes and phenomena, i.e. the ecological risk, to be revealed.

В понятие экологического риска входит как минимум две составляющих, которые могут результативно анализироваться с использованием

геоинформационно-картографического инструментария. Одной составляющей является природный риск, проявления которого выражаются в резких событийных изменениях геосистем и отдельных их компонентов. Геоинформационно-картографический метод исследований позволяет проводить пространственный анализ состояния геосистем по их природно-экологически значимым характеристикам, в том числе выполнять оценку вероятности природно-экологического риска. Картографическое моделирование применяется для оценки климатического, геоморфологического, эколого-почвенного, гидрологического, гидрогеологического и других видов природных рисков.

Другая составляющая – социо-технологический риск, определяемый вероятностью возникновения технологических катастроф; чрезвычайных ситуаций, возникающих под влиянием загрязнения окружающей среды; степенью потенциальной и актуальной опасности для здоровья человека. Картографическое моделирование экологических ситуаций, сложившихся на отдельных территориях, позволяет выделить региональные и локальные очаги с различной степенью проявления экологического риска, исследовать предпосылки его возникновения, оценить реальное воздействие факторов риска на человека и окружающую среду. Выявление источников риска, определение набора оценочных параметров, типизация территорий могут выполняться как на основе непосредственного визуально-интерактивного анализа объектов картографирования, так и с использованием атрибутивной и количественной информации баз данных компьютерных карт и геоинформационных систем.

Природные риски, определенная степень проявления которых присуща природным системам в их естественном состоянии, имеют выраженную тенденцию роста и перерастания в экологические риски в связи с активным хозяйственным воздействием на природные системы и наблюдающимся экологическим неблагополучием территорий. В системе управления рисками вопросы оценки природного и экологического риска, в том числе визуализация территорий риска и пространственный анализ ситуации риска не теряют своей актуальности.

Географические карты (топографические и тематические) часто используются в задачах моделирования природных и природно-техногенных процессов не только в качестве источников информации или для наглядного пространственного отображения результатов, но и в процессе анализа и интерпретации получаемых промежуточных данных. Так, аналитические карты, содержащие первичную информацию (результаты измерений), могут быть базой для комплексных и синтетических карт, получаемых в автоматизированном режиме по результатам картографического и математического моделирования. Создаваемые геоинформационные системы (ГИС) и входящие в них базы данных (БД) позволяют создавать и использовать массивы разноплановой информации, характеризующей как саму территорию, так и предпосылки рисков. В совокупности это позволяет выявить специфику природных условий, нагрузку антропогенно-техногенного воздействия, а так же дать оценку состояния окружающей среды и здоровья населения. В качестве

единиц исследований при геоинформационно-картографическом анализе чаще всего принимается ландшафтная структура территории.

Преобразования природной среды Алтайского края отражаются на его экологическом состоянии. Одной из экологических характеристик служит оценка предпосылок и проявлений природного и экологического риска.

Природный потенциал территории Алтайского края отличается разнообразием и достаточной устойчивостью, он определяется совокупностью естественных факторов, связанных с геологическими, климатическими, орографическими, гидрологическими, почвенными условиями и биоразнообразием.

Анализ составляющих антропогенного воздействия показывает, что различные виды природопользования могут инициировать существенные изменения в природной среде. Можно выделить природнообусловленные, природно-антропогенные и антропогенно-техногенные факторы экологического риска.

При оценке экологического риска основное внимание уделялось выявлению негативных последствий воздействия различных видов хозяйственной деятельности, имеющих проявление в преобразованных природных комплексах и приводящих их к тому или иному экологическому состоянию. Нарушенность природно-территориальных структур края, определяющая экологический риск, связана с освоением почвенно-земельных, лесных и водных ресурсов и, в меньшей мере, минерально-сырьевых. Очаги экологической напряженности в основном приурочены к крупным урбо-индустриальным комплексам. Однако и другие территории изменены частично или полностью. К ним относятся сельскохозяйственные угодья.

Оценка экологического риска выполнялась на двух уровнях: региональном и топологическом. На региональном – в пределах единиц природного районирования. На топологическом – в границах природных территориальных комплексов уровня местностей.

Проведение работ, связанных с оценкой экологического риска территории, основано на учете и анализе большого объема разнообразных и разнородных сведений, которые подразделены в две основные группы:

- Информация о природных комплексах и природных условиях как о факторах и предпосылках природного риска;
- Информация об антропогенных (социально-экономических) воздействиях и изменениях природной среды как о факторах и предпосылках экологического риска.

К наиболее проявляющимся негативным площадным процессам территории края отнесены: изменение структуры почвенного покрова вследствие распашки, водная эрозия, дефляция, засоление, заболачивание, дигрессия пастбищ, деградация растительности. Эти параметры характеризуют природную предрасположенность ландшафтных комплексов к проявлению негативных изменений, дают возможность оценить их проявление. В связи с тем, что проявления негативных процессов практически невозможно разделить

на обусловленные только природной или только антропогенной составляющей, анализ проводился совместно по природно - и антропогеннообусловленным факторам.

Критерии значимости природных факторов определялись по доминирующей роли в геосистеме, а также по возможности преодоления его неблагоприятного или лимитирующего влияния на состояние геосистемы в целом. Выявление определяющих экологических факторов проводилось на основе физико-географических характеристик территории.

Для территории края к экологически значимым факторам отнесены: дефляция, водная эрозия почв, первичное и вторичное засоление, переувлажненность (заболачивание). При этом учитывались характерность (степень) проявления их на территории края и площадное распространение.

Наибольшее пространственное воздействие на территории края имеет сельскохозяйственная деятельность, в том числе существенное воздействие оказывает распашка земель. Также на основные компоненты среды воздействует животноводство. При анализе использованы показатели изменения структуры почвенного покрова (по площади распаханых земель), дигрессии пастбищ (по нагрузке скота на единицу площади и превышению емкости пастбищ) и деградации естественной растительности.

Локальные антропогенные воздействия, не всегда имеющие большое территориальное проявление, рассматривались как источники наиболее концентрированного влияния, к ним отнесены промышленные предприятия и зоны их влияния, территориально значительно превосходящие зону размещения.

Наряду с различными видами производств на природную среду оказывает влияние инфраструктура, включающая транспортную сеть, энергообеспечение, теплообеспечение, водоснабжение и канализование. Для них свойственен свой набор инженерных сооружений и систем коммуникаций, проводящих устройств. Среди сооружений выделяют различные постройки, трассы, каналы, трубопроводы, геотехнические системы. Все эти элементы характеризуются определенным отчуждением земли и нарушением структуры и функционирования природных комплексов. К основным факторам риска относятся селитебные территории, здесь полностью нарушается естественная природная структура. Состояние водных объектов определяется совокупностью воздействий хозяйства и населения, которые приводят к их загрязнению и истощению.

Совокупные предпосылки экологического риска были получены путем синтеза всей значимой информации, выполняемого как экспертным путем, так и с применением математических методов на основе факторного, компонентного и других видов анализа. Риск был определен степенью выраженности предпосылок или проявления негативных факторов с учетом их территориальных сочетаний, характера и интенсивности изменений экологически значимых свойств ландшафтов и в соответствии с трехступенчатой градацией оценки: низкая, средняя и высокая степени.

К территориям с наименьшим значением риска отнесены горные лесные ландшафты, ложбины древнего стока, покрытые сосновыми лесами, и заозеренные понижения с галофитными сообществами. Территории слабоосвоенные, со значительной долей естественных ландшафтов. Плотность населения менее 1 человека на кв.км. Существующие изменения в ландшафтах не ведут к нарушению естественных свойств в них.

К средней степени экологического риска отнесены территории, где распаханность не превышает 30%, негативные изменения наблюдаются в отдельных компонентах ландшафтов.

К территориям с высоким значением экологического риска отнесено 11 (из 23) физико-географических районов. Они характеризуются высокой степенью изменений в структуре почвенного покрова, имеют значительную деградацию естественной растительности, проявления дефляции, засоления.

Для отработки системы управления рисками оценка выполнена и в границах муниципальных образований края. К территориям с высоким экологическим риском отнесены 25 (из 60) административных районов, со средним – 27, с низким – 8.

В целом Алтайский край относится к территориям полифакторного, малой интенсивности, длительного и постоянного антропогенно-техногенного воздействия, т.е. перманентного проявления предпосылок природного и экологического риска. Полученные результаты использованы при разработке материалов к стратегии социально-экономического развития региона, целевых комплексных программ рационального природопользования и охраны природной среды, схем территориального планирования муниципальных образований и обоснования рекреационного развития Алтайского края.

© И.Н. Ротанова, 2010

УДК 504.5+911.6+911.9

И.Н. Ротанова, О.В. Ловцкая, В.Г. Ведухина, Ю.М. Цимбалей

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул

КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ОБСКОМ БАССЕЙНЕ

Проблемы управления водными ресурсами становятся все более актуальными и требуют научно обоснованных комплексных решений. Этому способствует сложность процессов водопользования и изменения условий формирования водных ресурсов (в том числе связанных с изменениями климата). Жизнедеятельность около 15% территории России, промышленное и сельскохозяйственное развитие 14 субъектов РФ тесно связаны с функционированием Обского бассейна. Картографический анализ факторов гидроэкологической безопасности позволяет оценить особенности формирования водного стока, количество и качество водных ресурсов, характер и интенсивность проявления водохозяйственных и водно-экологических проблем, сложившиеся системы водопользования и механизмы управления ими в разных природно-климатических и организационно-хозяйственных условиях, а также предложить концептуальную модель управления водопользованием в Обском бассейне.

I.N. Rotanova, O.V. Lovtskaya, V.G. Vedukhina, Yu.M. Tsimbaley

Institute for Water and Environmental Problems SB RAS

1 Molodyozhnaya St., Barnaul, 656038

Russian Federation

CARTOGRAPHICAL MAPPING FOR PROVISION OF HYDROECOLOGICAL SAFETY IN THE OB BASIN

The problems of water management have become more pressing and call for the science-based complex solution. It is favored by the complexity of water use processes and the changing conditions for the formation of water resources (including the ones associated with climate change). The activity of 15% of Russia territory as well as the industrial and agricultural development of 14 subjects of the Russian Federation are closely related to the Ob basin functioning. The cartographical analysis of the factors of hydroecological safety allows the assessment of the runoff formation, water quality and quantity, the character and urgency of water-related issues, the current systems of water use and their management in different natural-climatic and economic conditions. Besides, it provides a conceptual model of water management in the Ob basin.

Геоинформационное картографирование, опирающееся на достижения и интеграцию в исследовании географических объектов различных отраслей

знаний наук о Земле, математических методов и информационных технологий, позволяет использовать имеющийся современный инструментарий для решения сложных задач, одной из которых является пространственный анализ и оценка гидроэкологической безопасности. Подходы к выполнению такого рода исследований находятся в стадии становления, однако уже полученный опыт позволяет говорить о перспективах их применения и развития. Использование картографического метода исследования на основе геоинформационных технологий и математико-картографического моделирования делают его незаменимым в процессе разработки, реализации и контроля водопользования и водоохранной деятельности.

Картографический анализ факторов природной среды и воздействий на нее позволяет оценить особенности формирования водного стока, количество и качество водных ресурсов, характер и интенсивность проявления водохозяйственных и водно-экологических проблем, а также подойти к системам поддержки принятия решений для целей управления водопользованием и обеспечения гидроэкологической безопасности. Данная задача поставлена и находится в процессе решения для Обского бассейна.

Этап научно-исследовательских работ, завершившийся в 2009 году, включал разработку концептуально-информационной модели формирования водных ресурсов Обского бассейна.

В качестве единиц исследования и пространственного анализа были рассмотрены гидрографические единицы бассейнового и подбассейнового уровней, для чего использован гидрографо-географический подход. Был рассмотрен комплекс физико-географических факторов, влияющих на режим и характеристики речного стока. Эти факторы были разделены на три типа: климатические, подстилающей поверхности и антропогенные. С учетом генетического влияния выделены факторы, непосредственно создающий речной сток – стокоформирующие. Дана оценка природных стокоформирующих факторов бассейна Оби. Для выполнения количественной оценки ресурсов поверхностных и подземных вод создана структура базы данных, осуществлен этап ее наполнения и первоначальная обработка информации.

Подготовлена цифровая картографическая основа для тематического картографирования и составлен ряд базовых карт. Выполнен анализ ландшафтной изученности территории Обского бассейна. В стадии работы находится цифровая ландшафтная карта на территорию бассейна в масштабе 1:2500000 на основе использования ранее изданной [1]. На модельные гидрографические единицы бассейнового и подбассейнового уровней созданы среднемасштабные ландшафтные карты, масштабов 1:100000 - 1:200000. Результаты выполненного комплекса работ положены в основу концептуальной модели формирования поверхностного стока в бассейне Оби.

Выявлены и проанализированы экстремальные гидрологические и гидроэкологические явления. Для изучения гидрологических, гидрохимических и гидробиологических характеристик разнотипных водных объектов бассейна определены 16 модельных водных объектов в различных природных зонах бассейна.

Выполнен картографический анализ расположения гидрографических единиц во вмещающих их природных зонах. Анализ показал, что в бассейне Оби в зонах тундры и лесотундры расположена одна гидрографическая единица, в зоне тайги – 10, в лесостепи – 7, в степной зоне – 4 единицы.

Создание цифровых тематических водно-ресурсных и водно-экологических карт на исследуемую территорию включало выполнение ряда работ, среди которых отдельными этапами можно выделить:

- Подготовку цифровой картографической основы для тематического картографирования;
- Сбор и обработку исходных данных, отображающих количественные и качественные характеристики природных вод и природно-антропогенные условия их формирования, создание электронных баз данных;
- Составление базовых адресных карт;
- Составление частных инвентаризационных и оценочных водно-ресурсных и водно-экологических тематических карт [2, 3].

Разработана методика для среднемасштабного водно-ресурсного и водно-экологического картографирования. Методика апробирована при создании серии карт на фрагмент бассейна Верхней Оби (в границах Алтайского края) и модельный бассейн реки Алей [2, 4].

Созданы карты: базовые «адресные», качества поверхностных вод, условий самоочищения поверхностных вод, антропогенной нагрузки на водные объекты и их водосборные бассейны, комплексная ранжирования водных объектов и их водосборных бассейнов по уровню антропогенной нагрузки и уровню загрязнения поверхностных вод.

Базовые «адресные» карты представляют собой цифровую картографическую основу тематического картографирования с соответствующей атрибутивной базой геоданных.

Карты качества поверхностных вод содержат информацию об уровне загрязнения поверхностных вод по индексу загрязнения воды (ИЗВ) и кратности превышения нормативов по основным показателям, характеризующим уровень загрязнения водных объектов.

Карты условий самоочищения поверхностных вод отображают условия самоочищения поверхностных вод за счет трансформации загрязняющих веществ интегральных условий самоочищения рек (с учетом трансформации и разбавляющей способности).

Карты антропогенной нагрузки на водные объекты и их водосборные бассейны включают инвентаризационные и оценочные слои. Инвентаризационные слои отображают абсолютные значения исходных показателей. Оценочные слои отображают ранжирование объектов картографирования по показателям антропогенной нагрузки на водные объекты и их водосборные бассейны и возможности выноса загрязняющих веществ в водные объекты.

Комплексная карта ранжирования водных объектов и их водосборных бассейнов по уровню антропогенной нагрузки и загрязнению поверхностных вод

обобщает содержание частных оценочных карт. На основе комплекса показателей антропогенной нагрузки на поверхностные воды, природных условий выноса загрязняющих веществ с территорий водосборов и самоочищения поверхностных вод выделяются кластерные группы водных объектов и их водосборных бассейнов, которые ранжируются по уровню антропогенной нагрузки. Для определения уровня загрязнения поверхностных вод используется совместный пространственный анализ карт качества поверхностных вод по постам общегосударственной сети наблюдения за окружающей средой (ОГСН) и информационного слоя, отображающего уровень антропогенной нагрузки на водные объекты и их водосборные бассейны. Такая оценка уровня антропогенной нагрузки и загрязнения поверхностных вод возможна для любого створа водосборного бассейна.

На базе стандартных функциональных возможностей ГИС на примере бассейна р. Алей апробирована система оценки и геоинформационно-картографического представления уровня экологически безопасного водопользования, основанная на площадной оценке запасов подземных вод (в контексте ландшафтно-бассейнового подхода), анализе данных по уровню допустимого и фактического (на базе статотчетности) их изъятия и мониторинге ежегодного водопотребления.

Созданные карты позволили комплексно отразить большой объем взаимосвязанной информации по различным показателям, систематизировать ее; проанализировать обеспеченность водных объектов данными наблюдений за качеством вод, оценить состояние водных объектов; выделить территории с острыми экологическими проблемами; оценить реальные возможности в решении водно-экологических проблем и достижении гидроэкологической безопасности.

При оценке антропогенной нагрузки на реки в пределах Верхней Оби наибольшее гидроэкологическое неблагополучие получили водные объекты области внутреннего стока: рр. Кучук, Кулунда и Бурла. Это объясняется низкими расходами воды, которые не обеспечивают достаточного разбавления сточных вод. Кроме того, для Бурлы и Кучука характерно преобладание наиболее опасных типов сточных вод – от промышленных и сельскохозяйственных источников.

Также рассмотрение пространственных особенностей изменения антропогенных нагрузок на уровне бассейнов показало, что высоким уровнем гидроэкологического неблагополучия в связи с антропогенной нагрузкой характеризуются бассейны рек Песчаной, Каменки и Аламбая. Причиной является высокая вероятность поступления загрязняющих веществ с поверхностным стоком и значительные удельные нагрузки по отдельным типам источников загрязнения (населенным пунктам, животноводству, внесению удобрений, ядохимикатов).

Средним уровнем нагрузки и гидроэкологического неблагополучия характеризуются такие реки как Бия, Барнаулка, Алей, Чумыш. Для Бии преобладание промышленных стоков и значительные объемы водоотведения уравниваются достаточно большими расходами воды.

В целом для бассейна Верхней Оби средний уровень антропогенной нагрузки и гидроэкологического неблагополучия, при самых высоких в Алтайском крае объемах водоотведения и высокой доли промышленных сточных вод, объясняется высоким потенциалом самоочищения.

Работы по оценке и картографическому моделированию гидроэкологической безопасности будут продолжены в 2010 году.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ландшафтная карта СССР. М. 1:2 500000. Отв. Ред. И.С. Гудилин. ИГ ЛГУ. 1980.

2. Ведухина В.Г., Ротанова И.Н. Картографический анализ водно-экологических проблем Алтайского края в целях оптимизации водопользования и водоохранной деятельности // Ползуновский вестник. – 2005. – № 4. с. 107-113.

3. Временные методические указания по комплексной оценке качества поверхностных и морских вод. Утв. Госкомгидрометом СССР 22.09.1986 г. № 250-1163. – М.: 1986.

4. Ротанова И.Н. Водно-экологическое картографирование и его реализация на примере водных объектов бассейна Верхней Оби // Материалы Второй международной конференции «Фундаментальные проблемы изучения и использования воды и водных ресурсов». Иркутск. 2005. с. 226-228.

Работы поддержаны грантом РФФИ № 09-05-00920.

© И.Н. Ротанова, О.В. Ловцкая, В.Г. Ведухина, Ю.М. Цимбалей, 2010

УДК 504.05
А.О. Паженцева
ИрГТУ, Иркутск

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДА УСТЬ-ИЛИМСКА

Статья посвящена опыту зонирования прибрежных территорий города Усть-Илимска в интересах экологического картографирования.

A.O. Pagentseva
Irkutsk State Technical University (ISTU)
83 Lermontova UI, Irkutsk, Russian Federation

ECOLOGICAL ZONING OF COASTAL TERRITORIES OF THE CITY OF UST-ILIMSK

The article is devoted to experience of zoning of coastal territories of the city of Ust-Ilimsk in interests of ecological mapping.

Усть-Илимск – город в России на северо-западе Иркутской области на реке Ангаре, административный центр Усть-Илимского района Иркутской области. С 1973 г. по настоящее время город Усть-Илимск достиг 96000 жителей (по данным 2009 года). Градообразующим предприятием города является лесопромышленный комплекс, основная деятельность которого – производство целлюлозы, выпуск пиломатериалов и продукции деревообработки. ОАО «Производственное объединение «Усть-Илимский лесопромышленный комплекс» – одно из крупнейших в мире лесохимических предприятий. На долю комплекса приходится свыше 25% выпускаемой в России товарной беленой сульфатной целлюлозы высших и высоких марок.

Площадь города в пределах городской черты составляет 22,9 гектар. В ней основную долю занимают лесные площади (53%), селитебные территории (19%), акватория водохранилища и рек (24%), сельхозугодья (4%).

В 1996 г. Научно-учебным и производственным картографическим центром «Сибэкокарта» был создан ландшафтно-экологический план гор. Усть-Илимска в масштабе 1:50 000. На нем показаны функциональные зоны (промышленно-производственная зона ЛПК, транспортно-промышленная, коммунально-складская, жилая, лесопарковая зоны). Представленный план является основой для составления плана экологического зонирования, воздействия инфраструктуры города на Усть-Илимское вдхр и р. Ангара. В основу экологического зонирования положены территориально-функциональные принципы. Вся городская черта поделена на функциональные зоны, в основе которых лежит экологическое воздействие территории ЛПК: промышленно-

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЗОНЫ

- промышленная зона
- зона коммуникаций
- сельскохозяйственная зона
- жилая зона
- зеленая зона

Основная цель функционального зонирования – выделение в пределах города относительно однородных по природным особенностям и техногенной

нагрузке участков на предмет хозяйственного их использования с учетом геоэкологической ситуации.

Методика функционального зонирования базируется на природоохранных принципах:

- Степени естественной защищенности территории от негативных процессов и явления, сопровождающих техногенное вмешательство;
- Степени воздействия различных объектов городской инфраструктуры на элементы природного комплекса.

Подобный подход к зонированию городской территории, опирающийся не только на анализ условий застройки, но также и на характер природных условий, определен как функционально-геоэкологическое зонирование.

Основными источниками антропогенного влияния на природную среду являются предприятия лесопромышленного комплекса и сопутствующих производств, ТЭЦ, ГЭС, а также жилая застройка районов города и поселков.

Усть-Илимский ЛПК – главный загрязнитель воздушного бассейна города окисью углерода, сероводородом и т.п. Он же основной источник сточных вод, которые поступают в Ангару. В ходе полевого аэровизуального обследования в августе 2009 г были обследованы объекты загрязнения воды на Ангаре. «В настоящее время река Ангара является приемником сточных вод г. Усть-Илимска и его предприятий». Научные исследования доказывают, что сточные воды г. Усть-Илимска и его предприятий являются главным источником загрязнения вод реки Ангары, а выбросы предприятия вызывают ослабление лесов.

Жилая и промышленная застройка – важный источник воздействия на зеленую поверхность и подстилающие почвогрунты. Застройка нарушила в пределах населенных пунктов лесную растительность. Влияние Сельскохозяйственной деятельности на среду невелико, т.к. с/х развито здесь преимущественно в виде пригородного хозяйства и занимает небольшие площади.

В целом, селитебное воздействие на природные компоненты занимают первостепенное значение. Природа в городе и его ближайшем окружении подвергается тяжкому испытанию. Будучи местами концентрации промышленности, строительства, энергетики, автомобильного парка, населения, город является источником антропогенных загрязнений воздуха, поверхностных и подземных вод, почвы. Его можно уподобить вулкану, извергающим на собственную и окружающую территории огромное количество газообразных, жидких и твердых веществ. Состояние компонентов природы – важный индикатор состояния и качества городской среды. Находясь под антропогенным прессом, подвергаясь многообразным нагрузкам, природа способна восстанавливаться, спасая тем самым себя и защищая человека.

На низком уровне находится мониторинг окружающей среды.

Сосредоточение крупных экологически опасных промышленных производств, применение отсталых технологий, отсутствие эффективной очистки создают на территории города сложную экологическую обстановку.

Недостаточно высокий уровень технической оснащенности отраслей промышленности, накопление неиспользуемых отходов, загрязнение почв, нарушение основ лесопользования приводят не только к большим экономическим издержкам, но и тяжелым экологическим последствиям.

Таким образом, город – это ареал глубоко измененной природы, особая экосистема. Степень ее изменения зависит от конкретной географической ситуации, ответственности властей и активности жителей. Городские леса и озеленение селитебной территории являются природно-экологическим каркасом города, существование которого крайне важно для его нормального функционирования и повышения качества жизни населения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Барбаш Н.Б. Методика изучения территориальной дифференциации городской среды [Текст]. – М., 1989.
2. Владимиров В.В. Расселение и окружающая среда [Текст]. – М., 1992. – 312 с.
3. Высоцкий В.С., Перлин В.И. Некоторые вопросы развития крупнейших городов и агломераций [Текст] // Промышленное и гражданское строительство. 1993 - №7. – С.5-6.
4. Прохоров Б.Б. Жизненная среда горожан [Текст] // Природа. 1993. - №3. – С.43-49.

© А.О. Паженцева, 2010

УДК 528.9

М.А. Нольфина

СГГА, Новосибирск

О СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АТЛАСАХ НА ПРИМЕРЕ ИХ ИЗДАНИЙ 1974–1989 ГГ.

В статье рассмотрены сельскохозяйственные атласы на примере их изданий 1974-1989 гг. Отмечаются критерии оценки, их достоинства и недостатки. Рассматриваются разделы атласа, математическая основа, оформление.

M.A. Nolphina

SSGA, Novosibirsk

Siberian State Academy of Geodesy (SSGA)

10 Plakhotnogo UL., Novosibirsk, 630108, Russian Federation

AGRICULTURE ATLASES BY THE EXAMPLE OF 1974–1989 EDITIONS

Agriculture atlases are considered by the example of 1974 – 1989 editions. Estimation criteria, their advantages and disadvantages are discussed. The atlas sections, its mathematical basis and design are described.

Сельскохозяйственный атлас представляет собой собрание различных сельскохозяйственных карт, объединенных общим замыслом и дающих комплексную характеристику размещения сельскохозяйственного производства, природных и экономических условий сельского хозяйства [1].

Сельскохозяйственный атлас предназначается в качестве справочного пособия для руководящего состава и специалистов сельского хозяйства (землеустроителей, агрономов, зоотехников, ветврачей и др.) при осуществлении ими различных мероприятий и составлении ежегодных и перспективных планов развития сельского хозяйства.

Изучая сельскохозяйственные атласы прошлых лет, нами выбраны издания ГУГК 1974-1989 гг. для детального разбора их недостатков и достоинств, причем, в качестве критериев следует обратить особое внимание на полноту содержания (информативность) и наглядность.

Атлас сельского хозяйства Чувашской АССР составлен и подготовлен к печати фабрикой №4 ГУГК в 1973-1974 гг. [4], Якутской АССР – фабрикой №3 в 1988г. [5]. Они являются научно-справочными картографическими произведениями, содержат обширную и разностороннюю информацию о природных условиях, естественных ресурсах, населении и сельском хозяйстве. Основным содержанием атласов является наглядный показ современного состояния, специализации, размещения и развития сельскохозяйственного производства.

Республиканские, краевые и областные сельскохозяйственные атласы должны состоять из следующих разделов: 1) введение; 2) природные условия и природные ресурсы; 3) общая характеристика сельского хозяйства; 4) отраслевые карты земледелия и животноводства; 5) перспективы развития сельского хозяйства; 6) комплексные сельскохозяйственные карты [2].

Атлас Чувашской АССР включает 164 карты и более 300 графиков, таблиц и диаграмм, Якутской АССР 115 карт, множество диаграмм, номограмм, графиков, таблиц, схем, дополняющих содержание карт.

Информативность, различимость и наглядность карт понимаются нами, как и в классической картографии, в виде объема условных знаков, а наглядность сопряжена со сходством изображаемого объекта, знака.

В нашем случае сельскохозяйственное содержание не всегда может быть передано наглядно и поэтому следует рассуждать о различимости обозначения и в первую очередь она зависит от формы и размера знака и их контраста с окружающим цветом [3].

Атлас Чувашской АССР состоит из восьми разделов:

- Введение;
- Природные условия и ресурсы;
- Землепользование и землеустройство;
- Общая характеристика сельского хозяйства;
- Растениеводство;
- Животноводство;
- Механизация и электрификация сельского хозяйства;
- Культура, образование, здравоохранение.

Атлас Якутской АССР включает пять разделов:

- Вводный раздел;
- Природные условия;
- Социально-экономические факторы развития сельского хозяйства;
- Отрасли сельского хозяйства;
- Общие характеристики сельского хозяйства.

Чувашская АССР и Якутская АССР имеют различные конфигурации и размеры территории, поэтому форматы атласов неодинаковые [2].

Важно, чтобы в одном атласе основные карты были одного масштаба или масштабы их были кратными, легко сравнимыми и сопоставимыми. Наличие разномасштабных карт связано с источниками. В атласе Чувашской АССР самый крупный масштаб 1:750 000, самый мелкий – 1:3 000 000, а в атласе Якутской АССР 1:1 250 000 и 1:30 000 000 соответственно.

Компоновка карт, как и во многих аналогичных атласах традиционная – «плавающая», для которой свойственно отсутствие сетки меридианов и параллелей, причем на листе атласа, как правило, одна карта в укрупненном масштабе, другие одна или несколько в мелком, дополняющим тему основной карты. Здесь же и графики, таблицы, диаграммы.

Общегеографическая легенда включает по традиции: населенные пункты, границы, пути сообщения, гидрографию. Они показываются едиными условными обозначениями, принятыми для всех карт издаваемых тематических атласов.

Наиболее удачное оформление в атласе Чувашской АССР. Общегеографическая основа показана традиционными условными знаками и как принято в аналогичных атласах оливковым цветом для восприятия вторым планом. Такой подход красочного оформления предусматривает выделение главного и основного содержания яркими красками, что воспринимается потребителем первым планом. Авторы карт подчеркивают, что на карте главное, а что второстепенное. Многоплановость оформления значительно улучшает снятие информации с карты.

Общее фоновое оформление обоих атласов достаточно хорошо продумано. Цвета хорошо различаются, они слабонасыщенные, что позволяет на светлом фоне ярко, контрастно передавать знаки основного содержания. Информативность карты большая за счет многих показателей, например, структура посевных площадей, структура денежных доходов, наличие специализированных хозяйств и многого другого.

Текст в атласе Чувашской АССР распределен равномерно по всем разделам, а в атласе Якутской АССР находится в конце и дает наиболее исчерпывающую информацию. В первом случае размещение текста более удобно.

Географическое положение территории координирует направление развития сельского хозяйства, предполагает приоритетное развитие либо животноводства, либо растениеводства в большей степени. Это и определяет социально-экономическое развитие региона. Поэтому разделы атласа разных субъектов несколько иные. Главным остается то требование, чтобы атлас соответствовал своему назначению, отвечал поставленным критериям, наиболее полно знакомил потребителя с состоянием сельского хозяйства, помогал решать задачи рационального использования природных и трудовых ресурсов, в развитии и размещении отраслей, в повышении эффективности сельскохозяйственного производства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шоцкий, В.П. Картографические методы исследования географических проблем сельского хозяйства [Текст] / В.П. Шоцкий. – Л., 1970.
2. Сухов, В.И. Сельскохозяйственное картографирование [Текст] / В.И. Сухов, Я.И. Юровский. – М., 1970.
3. Колдаев, П.К. Труды ЦНИИГАиК. – М., 1971. – Вып.173.
4. Атлас сельского хозяйства Чувашской АССР (1974г.). – М.: ГУГК, 1974.
5. Атлас сельского хозяйства Якутской АССР (1989г.). – М.: ГУГК, 1989.

УДК 528.48

Д.Б. Новоселов, В.А. Новоселова

СибГИУ, Новокузнецк

КОРРЕКТУРА МЕСТНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА CREDO И КОСМИЧЕСКОГО СНИМКА GOOGLE

В статье рассмотрена методика обновления старых картографических материалов с применением современных картографических online-сервисов, на примере Google, и программного комплекса Credo.

D.B. Novoselov, V.A. Novoselova

The Siberian State Industrial University (SibSIU)

42, Kirova Str., Novokuznetsk, 654007, Russia

THE PROOF OF DISTRICT BY MEANS OF PROGRAM CREDO COMPLEX AND SPACE PICTURE GOOGLE

In article the technique of upgrade of old maps with application of modern cartographical online-services, on example Google, and program Credo complex is considered.

Часто в практике геодезиста встречаются случаи, когда на руках имеются планы местности хорошего качества, но сделанные, к сожалению, давно. Возникает необходимость ехать на исследуемый объект и производить корректуру, хорошо, если объект оказывается рядом, а если, предположим, в другой области. Помочь сэкономить время могут современные технологии и программные продукты, которые позволяют производить корректуру местности, не выезжая на объект. Наглядно проиллюстрируем такую возможность применительно к объекту «Новосафоновская птицефабрика», расположенной в селе Новосафоно Прокопьевского района Кемеровской области. В качестве исходного материала использованы 2 растра планшетов топографической съёмки, созданные с помощью аэрофотосъёмки масштаба 1:2000, 1997 года.



С помощью программного обеспечения Sas.Планета (разработчик: Группа Sas, www.sasgis.ru) скачен снимок с популярного картографического online-сервиса Google с качеством 19. Снимок сделан зимой 2006 года, на нем очень наглядно просматриваются все строения и коммуникации. Высоту здания можно определить по тени на снимке.

Для работы с растрами используем лицензионную программу Credo TRANSFORM фирмы Credo-Dialogue. Основные функции программы:

- Кусочно-проективная трансформация растровых файлов для устранения нелинейных искажений, вызванных погрешностями сканирования и деформациями исходного картографического материала. Трансформация осуществляется по опорным точкам с известными координатами и для стыкуемых фрагментов по относительным (общим) точкам фрагментов;
- Сшивка (объединение) нескольких фрагментов в единое растровое поле в единой системе координат как результат трансформации фрагментов.

В программе калибруем, сшиваем и привязываем сначала 2 растра планшетов топографической съёмки (рис. 1), в качестве опорных точек используем сетку, систему координат задаем местную.

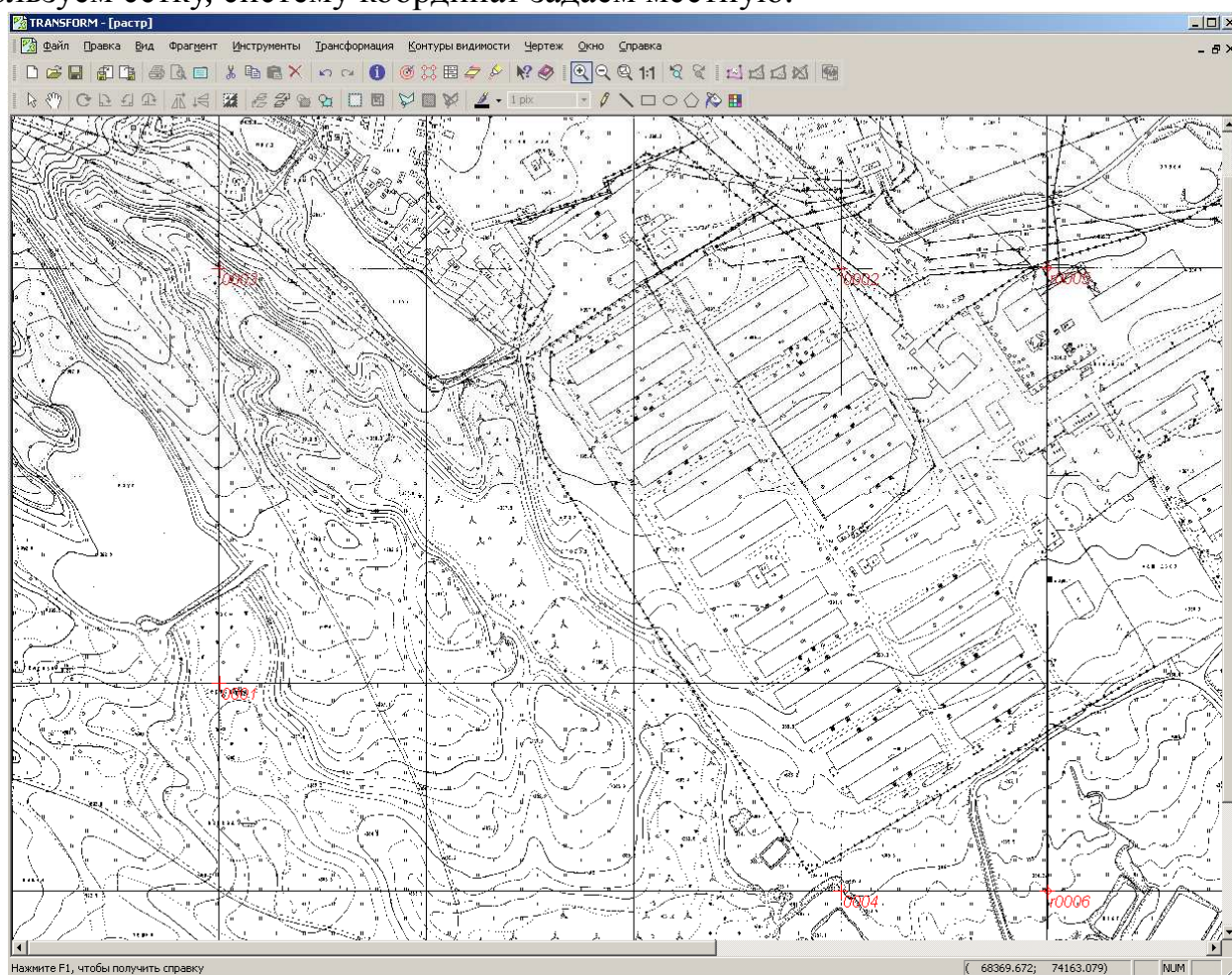


Рис. 1. Работа с растром съёмки в программе Credo TRANSFORM

Затем калибруем и привязываем космоснимок (рис. 2), в качестве опорных точек используем углы забора, масштаб задаем как у растров топографической съёмки. Рис. 2 показывает, что точность привязки не превышает 0,0001 метра.

Для корректуры используем программный продукт Credo ТОПОПЛАН 1.06. Это мощный инструмент для создания цифровой модели местности инженерного назначения и выпуска планшетов и чертежей топографических

TRANSFORM - [спутник]

Файл Правка Вид Фрагмент Инструменты Трансформация Контуры видности Чертеж Окно Справка

1 px

Список опорных точек

Фрагменты:

спутник

Опорные точки:

Имя	Север	Восток	dS	dAlpha	dM
0001	68647.000	74372.000	0.0000	-0.0000	-0.0001
0002	68919.000	74458.000	0.0000	0.0000	0.0000
0003	68217.000	73769.230	0.0000	-0.0001	-0.0001
0004	68703.000	73535.000	0.0000	0.0001	0.0002
0005	68677.000	73984.840	0.0000	0.0001	0.0001
0006	68579.000	74414.000	0.0000	-0.0001	-0.0001

Отмена

Редактировать

Удалить

Удалить Все

Сохранить...

Печать...

Нажмите F1, чтобы получить справку

(6924.355; 73852.056)

NUM

После детального изучения совмещенных проектов съёмки и космоснимка обнаруживаем новое здание при въезде на территорию птицефабрики, раньше там была металлическая эстакада. По крыше и тени можно определить, что здание каменное и имеет 2 этажа. В программе do TRANSFORM стираем с раstra съёмки «рандашом» старое строение эстакады, а в Credo ПОПЛАН обводим фундамент нового здания и записываем его (рис. 3).

СРЕДО ТОПОПЛАН

создание цифровой модели местности и выпуск топографических планов

© С.В. "Топос-Девелоп" 0000 (Синдико Штатен), 2004-2005. Все права защищены.

неточности и внести изменения на план с помощью космоснимка. Технологии в настоящее время дошли наконец до того, что сидя за своим компьютером в десятке или сотне километров от объекта съемки, можно легко корректировать старые планы.

Для контроля мы выехали на объект и произвели корректуру местности в поле, результаты совпали.

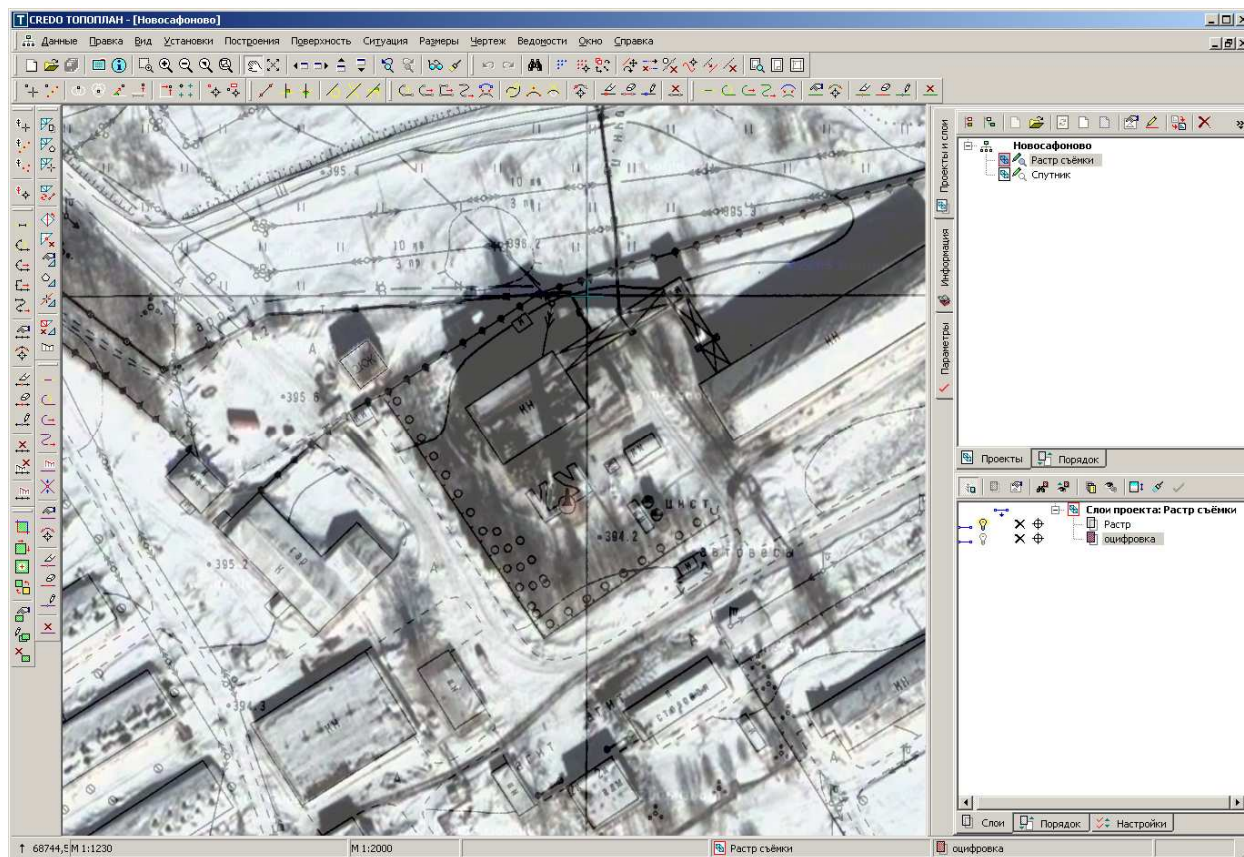


Рис. 3. Корректатура местности в программе Credo ТОПОПЛАН

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Справочное руководство Transform 3.0. Трансформирование и координатная привязка растровых картматериалов // СП «КРЕДО-ДИАЛОГ», 2007 г.
2. Руководство пользователя Системы на платформе Credo III, книга 2. Работа в плане // СП «КРЕДО-ДИАЛОГ», 2008 г.

© Д.Б. Новоселов, В.А. Новоселова, 2010

УДК 528.9:502

О.Н. Николаева, Л.А. Ромашова, Ю.В. Гаврилов

СГГА, Новосибирск

В.П. Суслин

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Новосибирской области

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ НОВОСИБИРСКА И НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Статья посвящена вопросам изучения радиационной обстановки, складывающейся на территории Новосибирской области. Рассмотрен опыт, накопленный лабораторией медико-экологического картографирования СГГА в области создания радиоэкологических карт. Охарактеризовано направление перспективных работ по картографированию радиационной обстановки Новосибирска и Новосибирской области.

O.N. Nikolayeva, L.A. Romashova, Yu.V. Gavrilov

Siberian State Academy of Geodesy (SSGA)

10 Plakhotnogo UL., Novosibirsk, 630108, Russian Federation

V.P. Suslin

Novosibirsk region department of the federal service of consumers protection and people well-being supervision

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF RADIOECOLOGICAL MAPPING FOR NOVOSIBIRSK AND NOVOSIBIRSK REGION

The paper deals with the problems of radiation environment research on the territory of Novosibirsk region. The experience of the medico-ecological laboratory of SSGA in radio-ecological mapping is considered. The advanced research in mapping radiation environment of Novosibirsk and the region is characterized.

Новосибирская область относится к числу регионов РФ, на территории которых действие радиационных факторов техногенного происхождения (негативные последствия производственной деятельности некоторых местных предприятий и последствия семипалатинских ядерных испытаний 50-60-х годов) сочетается с природными факторами (высокий уровень концентрации радона в почвах). Это сочетание оказывает весьма неблагоприятное воздействие на здоровье населения, причем страдают как ныне живущие поколения (рост онкологических и аутоиммунных заболеваний), так и будущие (за счет пролонгированного эффекта облучения).

Учитывая высокую вредность радона и прочих продуктов распада урана для человеческого организма, в 1998 году Санкт-Петербургским НИИ радиационной гигиены были разработаны Методические указания МУ 2.6.1.715-98 «Проведение радиационно-гигиенического обследования жилых и общественных зданий», а Правительством Москвы - разработаны МГСН 2.02.97 «Допустимые уровни ионизирующего излучения и радона на участках застройки».

В Новосибирской области с 60-х годов прошлого столетия ведутся широкомасштабные научные исследования природной радиоактивности подземных вод и земельных участков под строительство жилых и общественных зданий. Наиболее полно изучена концентрация урана в поверхностных и подземных водах области (взяты пробы из более чем 10 000 водопунктов). Также детальному исследованию подвергалось содержание в окружающей среде дочерних продуктов распада урана и тория, в том числе - радона и торона. В 1994 году специалистами ГУФП «Березовгеология» Ю. П. Поповым и др. [1] был опубликован каталог населенных пунктов Новосибирской области, отнесенных к зоне радонового риска. В частности, территория г. Новосибирска по степени радоноопасности отнесена к особо опасной. С 1998 г. значительную часть работ в области радиоэкологических исследований осуществляет отдел надзора за радиационной безопасностью при Управлении Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Новосибирской области. За 2001-2009 гг. проведено изучение объемной активности, плотности потока радона-222 и гамма-излучения на более чем 850-ти земельных участках Новосибирска, что позволяет оценивать радиационную обстановку в городе с высокой степенью детальности, практически до уровня отдельного квартала или дома.

В целом проводимые исследования показывают, что в структуре облучения населения Новосибирской области первое место занимают природные источники ионизирующего излучения (рис. 1):

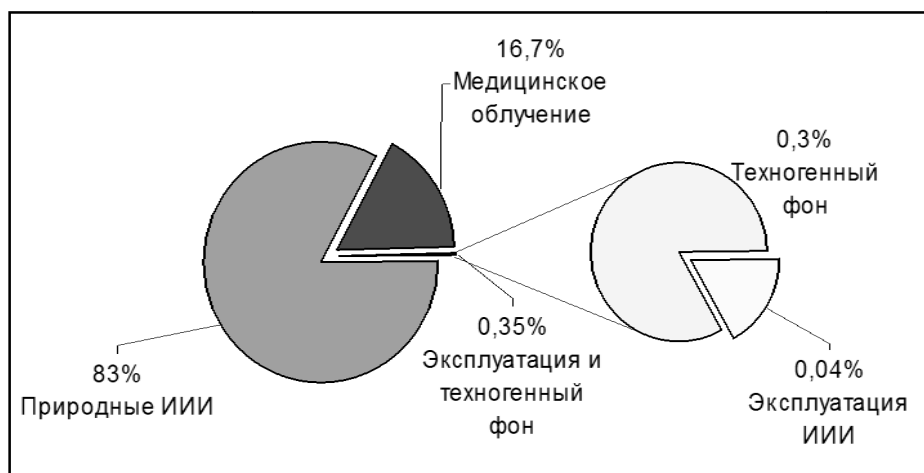


Рис. 1. Структура облучения населения Новосибирской области (ИИИ - источники ионизирующего излучения)

Как видно из рис. 1, наименьший вклад в облучение населения Новосибирска и Новосибирской области вносит так называемый «техногенный

фон», обусловленный использованием радиоактивных материалов и сырья в промышленности, а также негативным влиянием аварий и ядерных испытаний прошлых лет. Чуть менее 17% приходится на медицинские процедуры (использование рентгеновского излучения при различных медицинских обследованиях организма и в лечебных целях). И 83% облучения жителей Новосибирска и Новосибирской области приходится на природные источники ионизирующего излучения, обусловленные высоким содержанием радионуклидов в воде и почвах данного региона.

В создавшихся условиях становится актуальной разработка радиоэкологических карт - картографических произведений, призванных систематизировать накопленные сведения о радиационной обстановке и устанавливать взаимосвязь между избытком радиационного облучения изменениями в здоровье местных жителей. Лаборатория медико-экологического картографирования СГГА ведет многолетнее сотрудничество с отделом радиационной гигиены Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Новосибирской области (руководитель отдела - главный специалист, д. м. н., Суслин В. П.). Совместная научная деятельность уже позволила разработать серию оценочных радиоэкологических карт на территорию Новосибирской области, выражающих радиационный риск для здоровья населения, обусловленный некоторыми природными и техногенными радиационными факторами [2]. Также был составлен ряд констатационных радиоэкологических карт, отражающих размещение различных источников радиационной опасности по территории Новосибирской области и Новосибирска [3,4]. Вышеупомянутые работы осуществлялись в 2005-2008 годах. В настоящее время объемы накопленной информации о радиационной обстановке Новосибирска и Новосибирской области, а также о ее влиянии на здоровье населения позволяют начать работы по формированию атласа радиационной обстановки Новосибирской области. Это атлас будет включать в себя карты, отображающие как различные радиологические показатели качества окружающей среды, так и результаты постоянного многолетнего воздействия природных источников ионизирующего излучения на здоровье местных жителей. Такой атлас позволит сотрудникам природоохранных организаций и учреждений здравоохранения анализировать различные аспекты радиоэкологической обстановки сложившейся на территории Новосибирской области, и, соответствующим образом, формировать комплекс мероприятий по профилактике отрицательных воздействий избыточного облучения на местное население, и ранней диагностике онкологических заболеваний.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пахомов, В.Г. Районирование территории Новосибирской области и г. Новосибирска по степени радоноопасности / В. Г. Пахомов, Ю. П. Попов // АНРИ. - 1996/97. - N 3(9). - С.89-92.

2. Nikolayeva O. N., Romashova L.A., Gavrilov Yu. V. Radiation risk mapping for HEALTH and conditions of the population Issues of XXIII International Cartographic Conference, 4-10 August, Moscow, 2007, Russia. – p. 285.

3. Николаева, О. Н., Особенности создания карт радиоэкологической обстановки /О. Н. Николаева, Л. А. Ромашова, Ю. В. Гаврилов // ГЕО-Сибирь - 2007. Т.1, Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия. Ч.2: сб. материалов междунар. науч. конгресса «ГЕО-Сибирь-2007», 23-27 апр. 2007 г., Новосибирск. - Новосибирск: СГГА, 2007. – С. 204-207.

4. Николаева, О. Н. К вопросу о проектировании и составлении экологических карт радиационной обстановки / О.Н. Николаева, Л.А. Ромашова // Вестник СГГА. – Вып. 11. – 2006. – С.199-203.

© *О.Н. Николаева, Л.А. Ромашова, Ю.В. Гаврилов, В.П. Суслин, 2010*

УДК 528.9:502

О.Н. Николаева, Л.А. Ромашова

СГГА, Новосибирск

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ВЕДЕНИЯ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

В статье раскрыта роль интегральных экологических карт в управлении городскими территориями. Описаны работы по обновлению интегральной экологической карты Новосибирска. Охарактеризован круг практических задач, решаемых по созданной карте и перспективы ее дальнейшего использования.

O.N. Nikolayeva, L.A. Romashova

SSGA, Novosibirsk

Siberian State Academy of Geodesy (SSGA)

10 Plakhotnogo UL., Novosibirsk, 630108, Russian Federation

APPLICATION OF INTEGRAL ECOLOGICAL MAPS FOR THE EFFICIENT MUNICIPAL SERVICES MANAGEMENT

The role of the integrated ecological maps in the city territories management is considered. The work on Novosibirsk integral ecological map updating is described. The real problems to be solved using the map and the prospects for its further application are characterized.

В настоящее время, в связи с ростом промышленных центров, становится актуальной проблема экологического обоснования стратегий развития города и использования городских земель. Экологическое состояние территории - это важный градообразующий фактор, влияющий как на общую концепцию развития города, так и на множество частных вопросов (проектирование городской застройки, комфортность проживания населения, стоимость отдельных участков городских земель и пр.). Наличие у руководящих органов своевременной и достоверной информации об экологической обстановке, формирующейся на городских землях, позволит оптимизировать использование земельных ресурсов города в промышленных и рекреационных целях. Однако недостаточно просто собрать соответствующие экологические данные; важно также представить их в наглядном и компактном виде, обеспечивающем пространственную привязку экологической информации, и облегчающем ее восприятие и анализ.

Эффективным средством такого представления информации являются интегральные экологические карты. Их основная задача - дать потребителю наглядное и в то же время целостное представление о степени неблагоприятности общей экологической обстановки на отдельных участках

исследуемой местности [1]. В 2000 году Сибирской государственной геодезической академией уже выполнялась работа по созданию интегральной экологической карты на территорию Новосибирска [2,3,4]. Но за прошедшие 9 лет экологическая обстановка в нашем городе претерпела весомые изменения. В связи с этим возникает необходимость составления обновленного варианта вышеупомянутой карты, объективно отображающего современные тенденции развития окружающей природной среды Новосибирска.

Поэтому такая возможность была предоставлена в 2009 году, когда лабораторией медико-экологического картографирования СГГА был получен грант мэрии Новосибирска для проведения работ по данной тематике. Исходные данные об экологической обстановке Новосибирска в 2005-2009 гг. были предоставлены Западно-Сибирским центром мониторинга окружающей природной среды, ГУФП «Березовгеология» и отделом радиационной гигиены при Управлении Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Новосибирской области. Эти данные характеризуют состояние всех основных природных компонентов Новосибирска: комплексное состояние атмосферного воздуха по индексу загрязнения атмосферы, загрязнения воздуха отдельными загрязняющими веществами, загрязнение почв города тяжелыми металлами, радиационную обстановку и радоноопасность городских земель, наличие и размещение локальных экологическим опасных объектов (золоотвалов, свалок и пр.) и природных объектов, являющихся потенциальными источниками экологических нарушений (тектонических разломов, выходов гранитных массивов и т. п.).

Собранная обновленная экологическая информация о современном состоянии окружающей среды Новосибирска была представлена на серии отраслевых экологических карт, каждая из которых отображала определенный вид загрязнения окружающей среды города: загрязнение воздуха, загрязнение почв, радиационное загрязнение, электромагнитное загрязнение и т. д. Карты создавались в ГИС «MapInfo». Их содержание было надлежащим образом отредактировано и согласовано, после чего они были использованы в качестве исходных источников для экологического зонирования территории Новосибирска.

В ходе экологического зонирования в среде ГИС «MapInfo» была сформирована база данных, включавшая подробное описание экологических показателей и уровней загрязнения на разных участках городской территории. Далее специалистами Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Новосибирской области была проведена оценка совокупного влияния вышеперечисленных факторов на окружающую среду и определялась степень нарушенности окружающей среды на различных участках города. Проведенное зонирование позволило выделить в пределах городской территории три зоны с различной степенью опасности экологической обстановки для здоровья местного населения. По результатам зонирования в ГИС MapInfo был создан обновленный вариант интегральной экологической карты Новосибирска.

Обновленная интегральная экологическая карта Новосибирска наглядно отображает результаты оценки и зонирования городских территорий по степени остроты экологической ситуации. При этом экологическое состояние участков отражено на ней с учетом уровня загрязнения основных природных компонентов (атмосферного воздуха, почв, радиационной обстановки, радоноопасности, наличия свалок, тектонических разломов и прочих локальных экологически опасных объектов).

Такая оценка обеспечивает более полное раскрытие рекреационного потенциала каждого конкретного участка города, который выражает способность территории обеспечивать населению психофизический комфорт для отдыха и оздоровления (возможность организации в пределах участка - рекреационно-природных, санитарно-защитных, заповедных территорий и т. п.). С другой стороны, учет сформировавшейся на конкретных участках города экологической обстановки - необходим при выборе дальнейших сценариев развития местной промышленности и инфраструктуры (выборе площадок под проектируемые промышленные предприятия, сложные инженерно-технические сооружения, крупные торговые и деловые центры с собственной развитой инфраструктурой и т. п.). Благодаря этому, обновленная интегральная экологическая карта Новосибирска является эффективным пособием в сфере планирования мероприятий по оценке стоимости городских земель и рационализации их использования.

Перспективное же использование созданной карты подразумевает формирование на её основе единой системы оценки экологического состояния Новосибирска, что весьма актуально для нашего города как для одного из крупнейших промышленных центров Сибири. Такая система позволит систематизировать разнородные данные экологических исследований, проводимых в пределах города различными организациями, и позволят учесть влияние всех основных техногенных экологических факторов, на состояние городских земельных ресурсов и характер их использования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Николаева, О.Н., Основы экологического картографирования / О.Н. Николаева, Л.А.Ромашова / Новосибирск, СГГА, 2006. - 27 с.

2. Разработка картографического обеспечения для оценки состояния окружающей среды и охраны здоровья населения промышленного центра / Маликов Б.Н., Николаева О.Н., Лесных И.В., Гичев Ю.П., Суслин В.П., Юдин А.С., Турбинский В.В., Середович В.А. // Материалы 1-й Всероссийской научной конференции с международным участием «Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье человека», 9-11 декабря 2002 г., Новосибирск. - НЦ КЭМ СО РАМН, 2002. – С. 22.

3. Создание интегральной экологической карты Новосибирского района Новосибирской области: отчет о НИР (промежут.) / СГГА; рук. Середович В.А.; исполн. Николаева О.Н. № ФГМ-6-04. - Новосибирск, СГГА, 2004. - 20 с. - № ГР 012004.05509. – Инв. № ФГМ-6-04.

4. Создание интегральной экологической карты Новосибирского района Новосибирской области.: отчет о НИР (закл.) / СГГА; рук. Лесных И. В., исполн. Николаева О. Н., Суслин В. П., Юдин А. С., Турбинский В.В., Корсун В. С., № ФГМ-6-04. - Новосибирск, СГГА, 2004. - 19 с. № ГР 012004.05509. – Инв. № ФГМ-6-04.

© *О.Н. Николаева, Л.А. Ромашова, 2010*

УДК 528.942:004

В.Н. Никитин

СГГА, Новосибирск

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ И ОБНОВЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ КАРТ НА ПРИМЕРЕ ПОЛИТИКО- АДМИНИСТРАТИВНЫХ КАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Рассмотрено применение разновременных карт для изучения динамики процессов и явлений. Предложена организация набора разновременных карт в виде единой картографической (хронологической) базы данных, основанной на принципе фиксации событий (произошедших изменений). Разработана технология создания и обновления хронологических баз данных. Проведены экспериментальные работы по созданию хронологической базы данных по картам «Россия в XIX– начала XX столетия», «Национально – государственное устройство СССР» на 1922 и 1967 годы.

V.N. Nikitin

SSGA, Novosibirsk

DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY FOR DYNAMIC MAPS MAKING AND UPDATING BY THE EXAMPLE OF THE ADMINISTRATIVE MAPS OF THE R.F.

Application of different periods maps for the examination of various processes and phenomena dynamics is considered. It is proposed that the different periods maps should be arranged as a common cartographic (chronological) database by the principle of fixing the events (the changes). The experimental works have been conducted as concerns the development of the chronological data base on the maps “Russia in XIX – early XX century” and “Nation-state structure of the USSR” in 1922 -1967.

Картографирование динамики явлений и процессов означает отображение их возникновения, развития, изменения во времени и перемещения в пространстве [1]. Как правило, для этого используют карты, на которых одни и те же объекты изображены в разные моменты времени (например, помесечные карты температур), а также карты-реконструкции (палеогеографические, историко-географические и т.п.) [2].

По разновременным картам изучают изменения следующих типов:

– Медленные изменения (например, тектонические движения, смещение береговых линий или русел рек), для выявления которых необходимы карты, разделенные большими промежутками времени;

- Быстрые изменения (смена синоптической обстановки, экологической ситуации т.п.), анализ которых можно проводить только по сериям карт, разделенным малыми временными интервалами;
- Периодические и циклические изменения (сезонные, фенологические явления и др.) — в этом случае привлекают разновременные карты, отражающие характерные фазы развития процесса или явления;
- Эпизодические и катастрофические изменения или замещения (землетрясения, сход лавин, появление гарей на месте лесов) – для их изучения необходимы карты, фиксирующие моменты до и после наступления явления.

Результаты сравнения чаще всего представляют путем простого совмещения контуров явлений на разные даты.

Другой способ отображения динамики – составление карт разности состояний явления на разные даты. Так можно показать, например, прирост населения по районам или изменение урожайности сельскохозяйственных культур на посевных площадях.

Ещё один способ отображения динамики заключается в использовании картографических анимаций, где в качестве кадров используются серии карт, показывающие последовательность смены ситуаций [1]. Данное направление в картографии активно развивается, что можно наблюдать на примере интерактивной анимационной карты на сайте «Победители – солдаты Великой войны»[3].

Таким образом, для анализа динамических процессов требуется наличие карт, отражающих состояние изучаемого объекта или явления в различные моменты времени. Очевидно, что чем больше разновременных карт находится в распоряжении исследователя, тем детальнее его представление об объекте изучения. С другой стороны, увеличение количества разновременных карт значительно увеличивает затраты на создание базы данных для анализа и сам анализ в связи с увеличивающимся объёмом информации.

Между тем, карты, полученные в «соседние» моменты времени отличаются, как правило, друг от друга незначительно, дублируя большую часть имеющийся информации. В связи с этим предлагается создавать и анализировать не набор дискретных разновременных карт, а единую базу данных, позволяющую восстановить состояние изучаемой системы в любой момент времени.

Накопление состояний в такой базе данных происходит по событийному принципу. Если некоторый параметр описания объекта изменился, то создается и запоминается новое описание этого объекта на соответствующем функциональном слое. Таким образом, для каждого описания объекта на каждом функциональном слое обязательным параметром является дата свершения события, обусловившее появление нового состояния. При запросе пользователя о характеристиках объекта на некоторую дату из накопленных описаний соответствующего слоя выбирается такое описание объекта, у которого дата образования является ближайшей и не больше запрашиваемой даты.

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.

На этапе составления технического проекта регламентируется требуемая точность картографических материалов, содержание, необходимый формат готовой продукции, используемое оборудование, стоимость проведения работ. При необходимости уточняются вопросы о дополнительной семантической информации для каждого типа объектов.

Предварительная обработка картографических материалов включает следующие процессы:

- Привязка карты по опорным точкам;
- Определение типа и параметров проекции;
- Коррекция остаточных искажений.

В процессе привязки карты в качестве опорных точек используются пересечения географической сетки. Проекция устанавливается в соответствии с проекцией исходной карты или, если проекция карты неизвестна, устанавливается проекция «Широта/долгота» с обязательным указанием референц-эллипсоида.

После измерения координат опорных точек тип и параметры проекции карты уточняются методом подбора с учетом вида картографической сетки. Критерием выбора является минимизация среднеквадратической ошибки на опорных точках.

Следующим процессом является устранение остаточных искажений. Основными источниками искажений растрового изображения являются нелинейная деформация основы, на которой отпечатан исходный материал (бумага, фотобумага, пластик и т.д.), и погрешности сканирующего устройства.

Для устранения остаточных искажений используется локально-аффинное преобразование (Rubber Sheeting). Исходное изображение разбивается на серии треугольников с вершинами на опорных точках, затем для каждого треугольника отдельно проводится трансформирование.

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.

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).

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_date	дата	дата второго события, снова изменившего состояние субъекта
After_name	строка	символьный идентификатор для связи с субъектом базы данных после наступления второго события

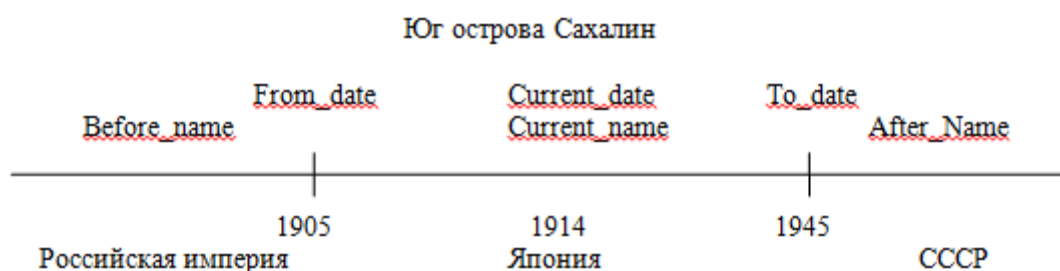


Рис. 1. Информация о событиях, изменивших состояние южной части острова Сахалин

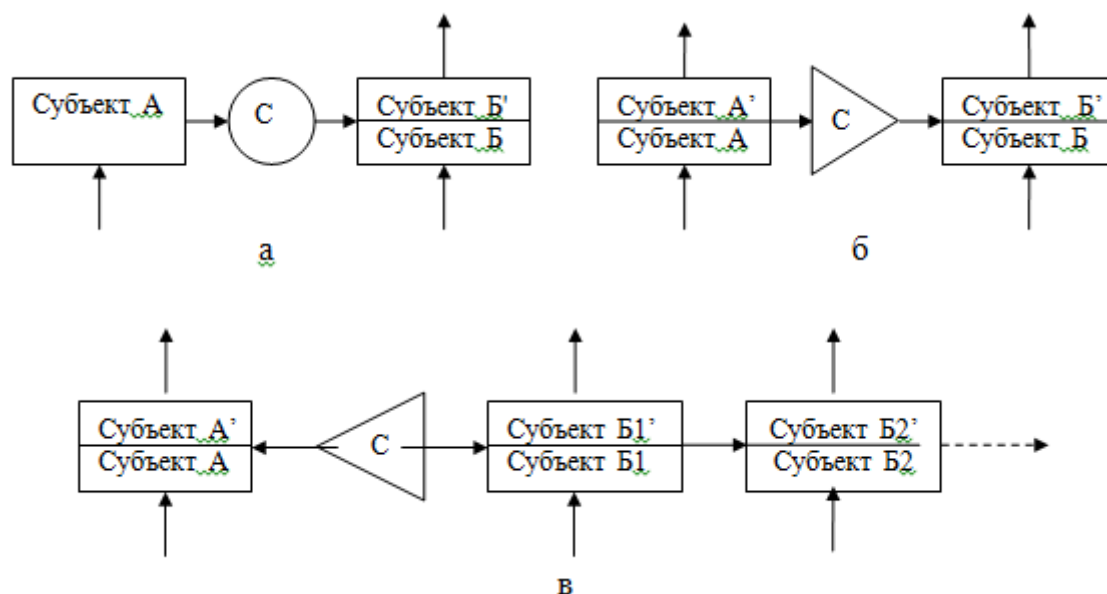
Собранные картографические данные на разные моменты времени и информация о событиях является исходным материалом для создания единой хронологической базы данных. Хронологическая база данных представляет собой базу данных векторных объектов, у которых дополнительно описано три поля:

- 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.

Процесс определения событийных связей охватывает разные варианты сочетания субъектов друг с другом. Эти события могут быть представлены в виде схем, приведенных на рис. 2. К событию, отображенному на рис. 2.а, можно, например, отнести вхождение Дальневосточной республики (ДВР) в состав РСФСР. Примером события, изображенного на рис. 2.б, может служить уже упоминавшийся переход южной части острова Сахалин из состава одного государства в другое. Событие на рис. 2,в является фиксацией факта принадлежности определённой территории к определённому субъекту в определённый момент времени.



А, Б – субъекты хронологической базы данных до наступления события; С – «объект- событие», воздействующее на субъекты А и Б; А', Б' – субъекты хронологической базы данных после наступления события

Рис. 2. Схемы событийных связей между субъектами:

- а) субъект А становится частью субъекта Б; б) часть субъекта А становится частью субъекта Б; в) объект С является частью субъекта А и не является частью субъектов Б₁

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 1:16000000 по состоянию на 1914 г (Россия в XIX– начала XX столетия, на двух листах);

- Карта РСФСР масштаба М 1:10000000 по состоянию на 1922 год (Национально – государственное устройство СССР на 1922 год);

- Карта СССР масштаба М 1:10000000 по состоянию на 1967 год (Национально – государственное устройство СССР на 1967 год).

Привязка карт осуществлялась по географической сетке в GISMapInfo. Маркировке подлежали все пересечения меридианов и параллелей. В связи с тем, что проекции исходных карт были неизвестны, указывалась проекция «Долгота/широта» с референц-эллипсоидом Красовского.

После измерения координат опорных точек определялась проекция карты методом подбора с учетом вида картографической сетки. Критерием выбора являлась минимизация среднеквадратической ошибки (СКО) на опорных точках. Все имеющиеся карты по виду картографической сетки относятся к нормальным коническим проекциям. Проекции данного вида, используемые

для создания карт на территорию СССР и РСФСР, приведены в каталоге проекций ГИСMapInfo в разделе «Прямые конические проекции России и бывшего СССР».

Привязка растровых картографических материалов показала, что только карты Российской Империи могут использоваться для сбора картографической информации без дополнительной обработки. Для остальных карт необходимо провести коррекцию искажений, вызванных как деформацией бумажной основы карт, так и, возможно, неточным определением параметров проекции.

Коррекция искажений осуществлялась в программном комплексе Erdas IMAGINE с помощью алгоритма Rubber Sheeting. В качестве опорных точек использовались координаты всех точек пересечения параллелей и меридианов.

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. 3).



Рис. 3. 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.

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/>.

УДК 528.91:71

Т.М. Медведская

СГГА, Новосибирск

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ СОЗДАНИЯ И АКТУАЛИЗАЦИИ ЦИФРОВЫХ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ПЛАНОВ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА

В статье анализируются современные методы создания и обновления карт и планов застроенных территорий.

T.M. Medvedskaya

Siberian State Academy of Geodesy (SSGA)

10 Plakhotnogo Ul., Novosibirsk, 630108, Russian Federation

INVESTIGATION OF MODERN TECHNIQUES FOR MAKING AND UPDATING DIGITAL LARGE-SCALE PLANS TO PROVIDE GIS-SUPPORT FOR URBAN DEVELOPMENT

The paper analyzes modern techniques for making and updating maps and plans of the developed lands.

В настоящее время цифровые крупномасштабные планы городской территории активно используются при разработке генеральных планов, проектов различного назначения, разведке грунтов для строительства, проведения различного вида изысканий и т.д. Цифровая картографическая продукция - это важнейший элемент информационного обеспечения градостроительства, она должна подробно и правильно отображать планировку и застройку городов, обеспечивать быстрое выявление магистральных улиц, названий основных улиц, хорошее восприятие деталей плана, обеспечивать возможность быстрого определения прямоугольных и географических координат, абсолютных и относительных высот, качественных и количественных характеристик объектов.

Создание и актуализация цифровых планов крупных городов отличается большой сложностью из-за специфики самого объекта съемки, насыщенности его постройками, различными сооружениями, наземными и подземными коммуникациями, из-за высоких требований к точности городских планов. При создании крупномасштабных планов застроенных территорий необходим сбор большого количества разнообразных сведений об объектах съемки, таких, как названия улиц, номера домов, технические характеристики наземных и подземных коммуникаций, промышленных, транспортных объектов и др.

Методы создания и актуализации цифровых топографических планов различны и выбираются исходя из имеющихся технических и программных

средств. Цифровые планы застроенных территорий могут создаваться на основе материалов наземных измерений (тахеометрическая съемка, наземное лазерное сканирование), на основе материалов аэрофотосъемки, космических снимков, на основе дежурных растровых данных и бумажных картматериалов. Топографические планы городов создаются в проекции, системе высот и координат, принятых для топографических карт. Содержание планов передается действующими условными знаками топографических карт соответствующих масштабов.

Топографическая съемка территорий площадных и линейных объектов является наиболее востребованным видом геодезических работ, производится инструментально с использованием современных электронных тахеометров, спутникового GPS-оборудования, лазерных рулеток и полевых компьютеров. Тахеометрическая съемка выполняется самостоятельно для создания планов и цифровых моделей небольших участков местности в крупных масштабах, либо в сочетании с другими видами работ, когда выполнение стереотопографической или мензульной съемок экономически нецелесообразно или технически затруднительно. Результаты наземных съемок используют при ведении земельного и городского кадастра, для планировки населенных пунктов, проектирования отводов земель и т.д.

Наземная съемка занимает продолжительное время, ее целесообразно использовать при необходимости получения детальных планов и трехмерных моделей на небольшие территории, в отличие от воздушной съемки, где речь может идти о сотнях квадратных километров в день.

Фотограмметрические работы являются основной составной частью современных технологий создания и обновления топографических карт, изготовления фотокарт, создания и обновления топографических и специализированных планов. Аэрофототопографическая съемка отличается разнообразием технологических схем в зависимости от масштаба съемки, характера рельефа и характера застройки. Большое значение придается правильности выбора времени аэрофотосъемки, условий освещения, технологии фотографических процессов.

Основными аэрофототопографическими методами являются комбинированный и стереотопографический методы съемки.

При комбинированной съемке аэрофотосъемочные и все топографические работы (построение плановой и высотной основы карты, рисовка рельефа и дешифрирование на фотоплане предметов и контуров) выполняются непосредственно на местности. При стереотопографической съемке в полёте производят аэрофотографирование и радиогеодезические работы по созданию съемочного каркаса карты, на местности строят опорную геодезическую сеть, дешифрируют эталонные участки и инструментально наносят неизобразившиеся на аэроснимках объекты. Остальные процессы по изготовлению карт и планов – построение фотограмметрических сетей, стереоскопическую рисовку рельефа и дешифрирование аэрофотоизображения на всю территорию съемки – осуществляют камеральным путём. Весьма важной задачей топографии является обеспечение сокращения полевых работ, в

частности путём совершенствования региональных технологических схем топографической съемки.

Данные дистанционного зондирования Земли с каждым годом становятся более доступными и совершенными, появляются новые возможности и области применения результатов космической съемки. Космические цифровые снимки открывают новые возможности, такие как удешевление повторных съемок, увеличение площади охвата местности и снижение искажений, связанных с рельефом. Кроме того, упрощается генерализация изображения на мелкомасштабных картах: вместо трудоемкого упрощения крупномасштабных карт можно сразу использовать космические снимки среднего разрешения. Поэтому съемки из космоса используются все шире и шире, и в перспективе могут стать основным методом обновления топографических карт.

Для создания и обновления цифровых крупномасштабных планов часто используются дежурные растровые данные и бумажные картматериалы. При данном методе на первом этапе осуществляется подбор, систематизация фондовых данных и последующее сканирование необходимых карт и планов; подготовка каталогов координат точек планового обоснования исследуемой территории, привязка и трансформирование растрового изображения карт и планов. На следующем этапе растровое изображение подвергается векторизации с помощью специального программного обеспечения. После чего осуществляется редактирование, сшивка и верификация векторных данных. Следует отметить, что некачественные исходные растровые данные затрудняют процесс векторизации и могут привести к существенным ошибкам.

Каждый из рассмотренных методов создания и актуализации цифровых топографических планов застроенных территорий имеет свои преимущества и недостатки, это означает, что при создании и обновлении современных крупномасштабных карт и планов необходимо использовать совокупность различных методов, наиболее подходящих для решения конкретной задачи. При этом цифровая топографическая основа не должна слепо копировать бумажный оригинал, она должна создаваться с учетом требований работы с пространственными данными в геоинформационных системах (ГИС).

Потребность в реалистичном отображении окружающего мира увеличивает значимость трехмерного (3D) моделирования. 3D модели облегчают планирование, контроль и принятие решений во многих отраслях. Трехмерная фотореалистичная визуализация застроенных территорий методами компьютерной графики и создание муниципальных трехмерных ГИС способны изменить технологию и практику управления городом, городского планирования окружающей среды, разработки и ведения проектов. Становится очевидным, что проектирование генпланов застройки городов необходимо вести на основе автоматизированных систем трехмерного моделирования с учетом пространственного расположения объектов местности.

УДК 528.92:004

Д.Ю. Махов, В.Н. Никитин, Е.Н. Кулик, Я.Г. Пошивайло, В.В. Загородний
СГГА, Новосибирск

ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИЯМИ — ГЕОПОРТАЛ СГГА–ГЕО

Геопортал - интерактивный картографический Интернет-сервис (ИКС). ИКС должен соответствовать задачам разграничения полномочий федерального, регионального управления и местного самоуправления, стать эффективным экономическим и правовым механизмом поддержки информационных процессов территории, оперативно и максимально точно отражающим процессы происходящие на данной территории.

Denis Makhov, Vyacheslav Nikitin, Ekaterina Kulik, Yaroslava Poshivailo, Valentin Zagorodniy
Siberian State Academy of Geodesy (SSGA)
10 Plakhotnogo Ul., Novosibirsk, 630108, Russian Federation

MANAGEMENT TERRITORIES – GEOPORTAL SSGA-GEO

Geoportal - an interactive online mapping service (IMS). IMS must meet objectives of separation of powers at the federal, regional and local management, an effective economic and legal mechanism to support information-processing area, quickly and as accurately as possible reflect the processes occurring in the territory.

Эффективность управления территориями в значительной мере определяется качеством исходной информации: полнотой, достоверностью, оперативностью получения и т. д. Принятие решений органами управления территорией осуществляется на основании анализа социально-экономических показателей, характеризующих прошлое, текущее или ожидаемое состояние той или иной сферы жизнедеятельности населения.

Показатели, используемые в различных подразделениях и службах органов управления, различны, но всегда в основе определения указанных показателей, лежат вполне определенные характеристики территории, представляющие собой первичный информационный ресурс территории.

Экономические аспекты информатизации ориентированы прежде всего на повышение эффективности общественного производства, использования природных ресурсов и собственности территории, улучшение социально-экономических условий жизни населения.

Спецификой Геопортала является «Клиентский Картографический WEB-сервис» - сайт в сети интернет, способный нести контентную нагрузку:

Картографический контент - web-карта НСО с районными центрами (прокладка маршрутов, адресный поиск, поиск по базе организаций, система закладок для браузера) в единой системе координат, общей системе классификации объектов местности и в общих правилах отображения.

Тематический контент - электронные карты различной тематики, созданные по статистическим распределенным базам данных (отображение данных возможно в виде диаграмм и условных знаков). Пространственная и адресная информация о земельных участках, зданиях и сооружениях.

Нормативно-правовой контент - документы землепользования, электронная законодательная база территории и т.д.

Геопортал может стать эффективным средством в оперативном получении географической информации, проведении фундаментальных и прикладных исследований и принятии решений в сфере управления территорией при условии своевременного обновления и пополнения содержательных данных портала. Геопортал СГГА-ГЕО приводится в соответствие с требованиями по созданию системы информационного обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД).

В рамках геопортала возможно обеспечить геоинформационный анализ пространственных данных для целей:

- Оценки местоположения/смежности с выдачей информационно-картографической справки;
- Управления территориальными единицами (муниципальные ГИС – инженерные коммуникации, оперативные дежурные аварийных, пожарных служб, освещение улиц, вывоз мусора, служба озеленения – полив газонов; оптимизация и развитие транспортного развития и инженерной инфраструктуры);
- Логистики, маркетинга и планирования (доставка товаров, маршрутизация, сети розничной торговли, сервис-центры);
- Социально-географических исследований (демографический анализ, статистика, перепись, заболеваемость, экология);
- Оптимизации самоорганизации горожан – современная система культурно-бытового обслуживания (привязка к отделениям связи, образования, медицины;
- Администрации, пенсионного и социального обслуживания, жилищно-коммунального хозяйства, избирательным округам, противопожарной службы, УВД и т.д.)

Особенностью функционирования геопорталов является преобладание растрового представления картографической информации над векторным. Весь картографический материал растрируется в нескольких базовых масштабах, после чего выполняется подготовка данных к публикации, настройка серверной части геопортала, отработка пользовательских запросов. Особенностью разрабатываемой интерактивной сетевой среды является использование самых

распространенных сетевых технологий и форматов данных, передаваемых по сети.

WEB-сервис реализован на скриптовом языке, совместимом с браузерами типа IE версий 7 и выше, Mozilla FireFox, Opera, Google Chrome. Система безопасности Asegi - это мощная и при этом простая в использовании альтернатива бесконечному написанию кода для обеспечения безопасности корпоративных Java-приложений. Инфраструктура Asegi была предназначена для приложений Spring, ее можно использовать и для Java-приложений любого типа. Для обеспечения необходимого уровня безопасности данных возможно использование аутентификации пользователей по протоколу LDAP (с помощью инфраструктуры Asegi) и шифрование (типа OpenKey). Также дополнительно выполняется расширенная валидация в слоях отображения, контроллера, DAO и СУБД.

Инновационной составляющей данного проекта является использование свободного программного обеспечения, использования технологий Java-программирования и пространственных индексов R-деревьев. Гибридизация данных технологий позволило увеличить скорость отображения web-сервисов без потери производительности и значительно сократить стоимость проекта. Модульность системы гео-портала позволит быстро подключать сервера с электронными картами других территорий. Система может работать, как в открытых сетях Интернет, так и в закрытых VPN сетях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительный кодекс РФ (2004) ст. 56.
2. Федеральный закон от 06.10.2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации».
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 09.06.2006 № 363 «Об информационном обеспечении градостроительной деятельности».
4. Приказ №85 Минрегиона Российской Федерации от 30.08.2007г. «Об утверждении документов по ведению информационной системы обеспечения градостроительной деятельности».
5. Приказ №34 Министерства информационных технологий и связи Российской Федерации от 24.03.2008г. " Об утверждении перечня типовых программно-технических решений в сфере региональной информатизации".
6. «Мониторинг» компании "Центр системных исследований "Интегро", г.Уфа <http://www.integro.ru>.
7. «ИСОГД» компании Проектно-изыскательский институт ГЕО. Ссылка на описание системы: http://www.pgeo.ru/soft/deima_civil_kompl_munic_inf_sist/isog_kompl_sist/.
8. «UrbaniCS» компании CSoft (базовое ПО— Autocad MapGuide).
9. http://npo.baltros.ru/projects/r_projects/aisogd/ - Web узел ИСОГД компании Балтрос.
10. <http://www.gradkadastr.ru> - ИСОГД Службы градостроительного кадастра.

11. <http://www.gisinfo.ru> - сайт Конструкторского Бюро "Панорама" - ГИС "Карта 2008", Муниципальная ГИС "Земля и Недвижимость".

12. "GradVision" - Автоматизированная ИСОГД компании НВЦ ООО "Интеграционные технологии", г. Долгопрудный - <http://www.gis.su>.

© Д.Ю. Махов, В.Н. Никитин, Е.Н. Кулик,
Я.Г. Пошивайло, В.В. Загородний, 2010

УДК 504.05
Е.Г. Мандреева
ИрГТУ, Иркутск

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ГОРОДА БРАТСКА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

Статья посвящена опыту зонирования территорий города Братска в интересах его экологического картографирования.

E.G. Mandreeva
Irkutsk State Technical University (ISTU)
83 Lermontova UI, Irkutsk, Russian Federation

ECOLOGICAL ZONING OF CITY OF BRATSK AND HIS OUTSKIRTS

The article is dedicated to experience of zoning of territories of city of Bratsk in behalf of his ecological mapping.

Город Братск расположен на северо-западе Иркутской области в центральной части Ангарского кряжа, на берегу Братского водохранилища. Площадь города составляет около 43 тыс. га. Город образован в 1956 году, в связи со строительством Братской ГЭС. Сегодня Братск является одним из крупнейших промышленных центров Иркутской области и Восточной Сибири.

Братск формировался как агломерация из четырех населенных мест в пространстве радиусом более 40 км, причем его социально-культурная, производственная, а в последнее время и экологическая среда далеко не однородны.

Оценивая функциональное зонирование территории г. Братска, можно утверждать о том, что земли жилой, промышленной застроек города занимают менее половины общей территории Братска. Этому в первую очередь, способствует чрезмерная "раскиданность" поселений, промышленных и иных объектов, расположенных в границах городской черты. Из вышесказанного следует, что город Братск имеет в своем составе значительные площади земель, которые не используются или используются не эффективно (рис. 1).

Город Братск формировался не сам по себе, под воздействием сложного комплекса исторических факторов, а возникал и развивался как элемент инфраструктуры, который, расчлениают на промышленную и социальную зоны. Из многочисленных градообразующих факторов основными являлись: наличие природных ресурсов и необходимость их разработки, расширение имеющихся промышленных предприятий в основном добывающего и перерабатывающего характера, развитие транспортного и энергетического узла.

Выбор площадки под строительство велся без глубокого знания местных условий – климатических, геоморфологических, гидрогеологических, биогенных и прочих, причем ведущим фактором оказывается близость к транспортным артериям Сибири и высокий природно-ресурсный потенциал территории, а не логика развития будущего города.

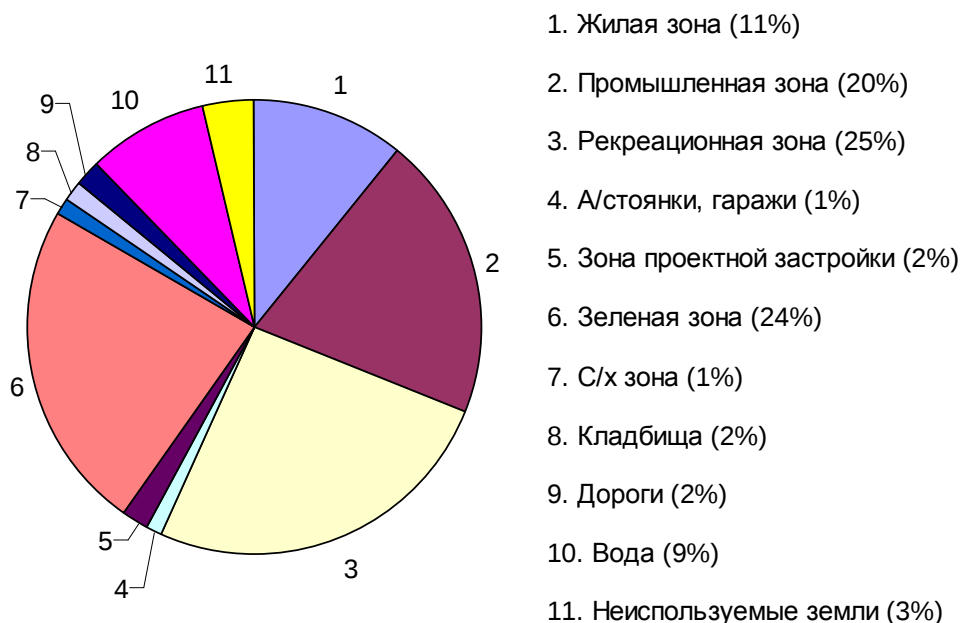


Рис. 1. Баланс земель города Братска

Географическое расположение Братска обусловило его превращение в «ворота» Севера. Город расположен в центре Восточно-Сибирского региона России на пересечении важнейших коммуникаций (железнодорожных (БАМ), водных, автомобильных, авиационных, информационных), связывающих европейский и азиатский континенты с севером Восточной Сибири и Якутии, что является основой для его экономического, социального и культурного развития.

Промышленность в городе представлена следующими предприятиями:

- Братская ГЭС
- Подразделения ОАО «Иркутскэнерго»
- Братский алюминиевый завод (БрАЗ) (ОАО «Русал — Братск», принадлежит компании «РУСАЛ»)
- Завод ферросплавов (ООО «Братский завод ферросплавов», принадлежит компании «Мечел»)
- Братский лесопромышленный комплекс (БЛПК) в составе:
- Братский целлюлозно-картонный комбинат (филиал ОАО «Группа «Илим»)
- Хлорный завод (ИлимХимПром)
- Фанерный завод (ДОК)
- Завод производства ДВП (ДОК)
- Лесопильно-деревоперерабатывающий завод (ЛДЗ)

– Общество с ограниченной ответственностью "Инстрой" (ООО "Инстрой") – крупнейшая в городе строительная компания

Одной из существенных проблем города является неблагоприятное состояние окружающей среды.

В городе высокий уровень загрязнения воздуха, основными источниками которого являются:

- Братский алюминиевый завод
- Братский завод ферросплавов
- Братский лесопромышленный комплекс
- Лесные пожары, происходящие каждое лето. Длятся от двух недель до 4 месяцев.

Потенциальную опасность представляет хлорный завод.

Одной из важнейших причин экологического положения центрального района города является роза ветров, в которой доминируют западные, южные и юго-западные ветра: именно на этих направлениях от города и находятся производства. До заполнения Братского водохранилища роза ветров была направлена четко в противоположенную сторону, таким образом, была выбрана площадка для строительства, которая находилась в тот момент вне зоны загрязнения.

Тем не менее, уже сейчас внутри города (севернее хребта Пороги) по генплану Братска размечены участки для строительства в экологически чистых (от промышленных загрязнений) районах.

Братская ГЭС является базой для развития энергоемких технологий и входит в Единую энергосистему Сибири, охватывающую весь сибирский край и сопредельные государства. Огромный энергетический потенциал Ангары, регулирующее влияние Байкала обеспечивают уникальную производительность Братской ГЭС, годовая выработка электроэнергии которой, достигает 25 млрд. киловатт-часов.

Алюминиевый завод (ОАО "БрАЗ") является одним из крупнейших заводов в мире по производству алюминия, которое осуществляется электролизом криолито-глиноземного расплава в мощных электролизерах с самообжигающимися непрерывными анодами с верхним токопроводом. Основная продукция завода - чушки различной формы, крупногабаритные слитки для проката, алюминиевая катанка, общей мощностью более 800 тысяч тонн первичного алюминия. Слитки, выпускаемые заводом, имеют высокое качество с минимальным содержанием механических и газовых включений и высоко котируются на мировом рынке.

Лесопромышленный комплекс (ОАО "Братсккомплексхолдинг" и ОАО "Целлюлозно-картонный комбинат") - крупнейшие в России предприятия по заготовке и комплексной переработке древесины мощностью до 7 млн. м3 древесины в год. Комплекс производит целлюлозу, картон, фанеру, кормовые дрожжи из предгидролизата пиломатериалы, древесно-волоконистые плиты,

хлор и другие виды продукции лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей отраслей. Из отходов основных производств выпускают канифоль, скипидар, тяжелые масла, жирные кислоты.

Братск имеет мощный строительный комплекс: комбинат железобетонных изделий и стеновых строительных материалов, заводы по производству отопительного оборудования и автоматизированных котельных установок, металлоконструкций, нестандартизированного и сантехнического оборудования, специализированные строительно-монтажные тресты промышленного и гражданского назначения.

В целях улучшения экологической ситуации, в городе решается проблема перевода части твердотопливных котельных на газовое топливо. Для этого ведется разработка и обустройство газоконденсатного месторождения, ввод которого позволит получать не только газ, но и стратегическое сырье - гелий.

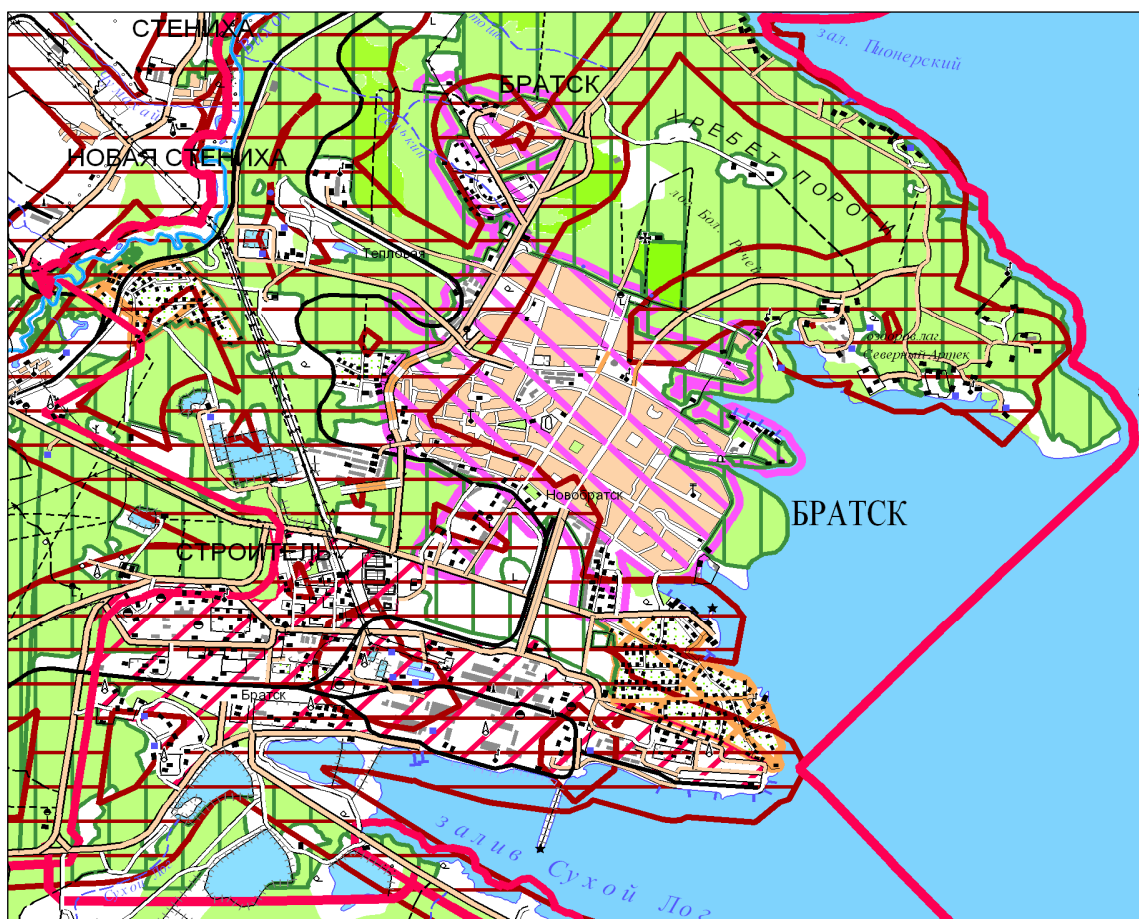
В районе Братска вредное воздействие на состояние лесов оказывают выбросы соединений фтора Братского алюминиевого завода и выбросы сернистых соединений ТЭЦ-6 и ТЭЦ-7.

В соответствии с вышеизложенным, экологическое зонирование города Братска и его окрестностей целесообразно проводить на основе функциональной принадлежности территории. Выделяется пять основных зон: жилая, зеленая, промышленная, сельскохозяйственная и зона коммуникации. Ведущим фактором, определяющим выделение различных зон, является тип загрязнения, а не степень загрязненности.

На схеме зонирования цветом показаны функциональные зоны, соотнесенные с регламентом хозяйственной деятельности (рис. 2). Также в табл. 1 приведены экологические проблемы пяти выделенных зон.

Таблица 1. Экологические зоны

№ п/п	Наименование экологической зоны	Объект местности	Экологическая проблема
1	Жилая зона	Населенные пункты	Деградация почв, растительности, загрязнение грунтовых вод
2	Зеленая зона	Леса, относящиеся к территории города	Деградация растительности
3	Зона коммуникации	ЛЭП, автомобильные и железные дороги	Загрязнение атмосферы, деградация почв, растительности, загрязнение грунтовых вод
4	Промышленная зона	Братский алюминиевый завод, ООО «Группа Илим»	Загрязнение атмосферы, гидросферы, деградация растительности, почв, загрязнение грунтовых вод
5	Сельскохозяйственная зона	Дачные и садовые участки	Загрязнение грунтовых вод



Условные обозначения

- | | |
|--|---------------------------|
| | Жилая зона |
| | Зеленая зона |
| | Зона коммуникации |
| | Промышленная зона |
| | Сельскохозяйственная зона |
| | Граница районов города |

Рис. 2. Фрагмент схемы экологического зонирования города Братска

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нестер Е.В. Анализ территории города с учетом геофункционального зонирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.rae.ru/snt/pdf/2007/02/2007_02_27.pdf].
2. Геоэкология урбанизированных территорий / Под ред. В.В. Панькова, С.М. Орлова// Сб. тр. Центра Практической Геоэкологии. – М.: ЦПГ, 1996.

УДК 528.9:004+911.2:591.9

Н.Ю. Курепина

ИВЭП СО РАН, Барнаул

ОПЫТ НОЗОГЕОГРАФИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ АЛТАЙСКОГО КРАЯ В ЦЕЛЯХ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДНЫМИ РИСКАМИ

В статье представлен опыт нозогеографического картографирования Алтайского края для оценки риска заражения природноочаговыми болезнями (клещевым энцефалитом и сибирским клещевым риккетсиозом), что актуально в связи с планированием туристско-рекреационной деятельности. Карты созданы на основе интеграции информации по природным, антропогенным предпосылкам и эпидемиологическим показателям в ГИС-среде.

N.Yu. Kurepina

The Institute for Water and Environmental Problems, SB RAS (IWEP SB RAS)

1, Molodezhnaya St., Barnaul 656038, Altai Krai, Russia

EXPERIENCE IN NOSOGEOGRAPHICAL MAPPING OF ALTAI KRAI FOR NATURAL RISKS MANAGMENT

Risk quantitative assessment of tick-borne encephalitis and Siberian tick rickettsiosis disease incidence by the example of administrative regions of Altai Krai was made for tourist-recreation territory planning. To integrate heterogeneous information (natural, anthropogenic and medical) modern software was applied, and the maps were constructed.

Активизация рекреационно-туристической деятельности в Алтайском крае, характеризующемся предпосылками природноочаговых болезней человека – клещевыми инфекциями [1-3], делает актуальной задачу по определению риска заражения населения данными инфекциями с использованием современных компьютерных средств и картографирования.

Комплексное медико-географическое изучение территории края проводилось в 70-80-е годы XXв., по результатам которого была составлена серия карт, вошедшая в Атлас Алтайского края [4]. Показатели заболеваемости населения клещевыми инфекциями остаются высокими и в настоящее время. С 1990 по 2005г. заболеваемость клещевым энцефалитом в крае превышала среднероссийский показатель в 1,8 раз, а сибирским клещевым риккетсиозом – в 25,3 раз.

Изучение и анализ отечественного и зарубежного опыта по созданию нозогеографических карт и использованию ГИС в медико-географических исследованиях позволил разработать методику и технологию создания оценочных нозогеографических карт в ГИС-среде, позволяющую интегрировать

медико-географическую информацию, полученную в границах единиц природного и административного территориального деления, и получать количественную оценку ситуации [5-7].

Разработанная методика, реализованная на имеющемся обширном статистическом материале, позволила выполнить картографическую медико-географическую оценку риска заражения населения природноочаговыми болезнями для ряда муниципальных образований края и показала перспективность ее использования [8-10]. Часть материалов исследований была включена в схемы территориального планирования муниципальных образований края (Топчихинского, Шипуновского и Курьинского районов).

Большая часть имеющихся и проектируемых туристско-рекреационных объектов в Алтайском крае расположена в предгорно-горных территориях, обладающих благоприятными природными условиями для проявления предпосылок природноочаговых болезней, в том числе, клещевого энцефалита. Целебные воды озер степной зоны привлекательны в санаторно-курортном плане, но окрестные их территории потенциально опасны в отношении сибирского клещевого риккетсиоза.

Для оценки риска заражения населения Алтайского края клещевыми зоонозами, используя разработанную методику и возможности геоинформационных технологий, был сформирован комплекс взаимосвязанных информационных ресурсов – медико-географическая информационная система (МГИС) «Клещевые зоонозы Алтайского края», база данных которой вошла в более крупную информационную структуру – базу данных междисциплинарных исследований Института водных и экологических проблем СО РАН. Такая организация информации позволяет решать ряд задач, среди которых: создание справочной медико-географической системы края и разработка серии нозогеографических карт.

МГИС содержит данные о состоянии здоровья населения по районам Алтайского края, об опасности заражения клещевыми инфекциями в регионе, предоставляет возможность поиска территориально обусловленных предпосылок, способствующих возникновению риска инфицирования и влияния на состояние здоровье населения. Структурно информация объединена в два крупных блока:

- Пространственных данных (картографический), обеспечивающий необходимую точность и детальность позиционирования информации, формирование структуры цифровой карты и организацию атрибутивной информации картографических слоев;

- Тематической информации, послойно согласованной в пространственном и временном отношении, включающей данные медицинской статистики, первичных показателей состояния здоровья населения; атрибутивную природно-ландшафтную информацию, сведения об изученности территории, выявленных факторах риска и т.д.

В свою очередь картографический блок имеет внутреннюю структуру. Его содержание сформировано в соответствии с геоинформационными критериями,

обеспечивающими системность структурирования пространственных данных, их упорядочение, возможность оперативной обработки и анализа.

Инструментарий и подходы к обработке и управлению данными, пространственно-координированными и хранящимися в виде тематических слоев, позволяет эффективно использовать имеющуюся информацию, многофункционально преобразовывать ее и создавать интегральные оценочные нозогеографические карты на территорию региона.

Использование МГИС позволило оценить потенциальный риск заражения природноочаговыми инфекциями во всех шестидесяти административных районах Алтайского края. Потенциальный риск заражения определялся с применением ландшафтного подхода, с учетом показателей их антропогенной измененности, влияющей на распространение переносчиков инфекций. Кроме того, при расчете оценочных показателей использовалась информация о среднемноголетней заболеваемости населения каждого района, частоте (повторяемости) эпидемического события за период времени 1990-2005гг. и учитывались данные, отражающие конкретные места заражения населения. Результатом работ стало составление оценочных карт «Риск заражения населения Алтайского края клещевым энцефалитом» и «Риск заражения населения Алтайского края сибирским клещевым риккетсиозом» (М1:1000000) с приложениями, содержащими описание алгоритма анализа нозогеосистем регионального и топологического уровней.

Выполненная нозогеографическая оценка Алтайского края, полученная геоинформационно-картографическим методом, хорошо коррелирует с показателями ранее выполненных медико-географических исследований на данной территории. Карты были переданы в Алтайский государственный медицинский университет для использования их в научном и учебном процессе. Кроме того, они применимы в целях разработки медико-географических прогнозов на впервые осваиваемые территории в туристско-рекреационном направлении, а также для обоснования планирования профилактических мероприятий органами здравоохранения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бусыгин Ф.Ф., Богданов И.И., Горбунов Н.С., Волокитин Н.В., Зенков В.А. Ландшафтно-эпидемиологическое районирование Алтайского края и Кемеровской области по клещевому энцефалиту // Природноочаговые болезни человека (Сб. научн. тр.). – Омск, 1988.– С. 9-16.

2. Салдан И.П., Безруков Г.В., Прейдер В.П. Особенности природных очагов сибирского клещевого тифа на Алтае / Актуальные проблемы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Алтайском крае. Мат. науч.-практ.конф., посвящ. 80-летию санитарной службы РФ. Барнаул. 2002. С.183-185.

3. Оберт А.С. Медико-географическая характеристика территории Алтайского края // География и природные ресурсы, №3, 1990. – С.122-128.

4. Оберт А.С., Дроздов В.Н., Рудакова С.А. Иксодовые клещевые боррелиозы: Нозогеографические и медико-экологические аспекты. – Новосибирск: Наука, 2001. – 110 с.
5. Алтайский край. Атлас. Т.1. – М.-Барнаул: ГУ ГиК при Сов. Мин. СССР, 1978. С.146, 170-171.
6. Курепина Н.Ю. Использование геоинформационно-картографического анализа медико-географической ситуации в туристско-рекреационных целях (на примере Алтайского края) / XIII научное совещание географов Сибири и Дальнего Востока (Иркутск, 27-29 ноября 2007г.). – Т.2. – Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2007. – С.65-66.
7. Курепина Н.Ю. Картографо-математическое моделирование природноочаговых болезней / ИнтерКарто/ИнтерГИС 14: Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Материалы Международной конференции, Саратов, Урумчи 24июня – 1июля 2008г. С.142-149.
8. Курепина Н.Ю. Оценка риска для здоровья населения от природно-очаговых инфекций с использованием ГИС-технологий // Проблемы снижения природных опасностей и рисков: Материалы Международной научно-практической конференции «Геориск – 2009». Т.2.– М.: РУДН, 2009. – 378 с. С.183-187.
9. Курепина Н.Ю. Картографический подход в оптимизации медико-экологической оценки с помощью ГИС (на примере Калманского района Алтайского края) // ГЕО-Сибирь-2009. Т.1. Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия. Ч.2 : сб. матер. V Междунар. научн. конгресса «ГЕО-Сибирь-2009», 20-24апреля 2009 г., Новосибирск: СГГА, 2009. – 332 с. С.187-192.
10. Курепина Н.Ю. Медико-географическое картографирование территорий с туристско-рекреационным развитием (на примере Чарышского района) // Экономика. Сервис. Туризм. Культура (ЭСТК-2009): XI международной научно-практической конференция: сборник статей / Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2009. – С.114-117.
11. Ротанова И.Н., Архипова И.В., Ведухина В.Г., Курепина Н.Ю. Эколого-географическое геоинформационное картографирование в схемах территориального планирования муниципальных образований Алтайского края // Геоинформационное картографирование в регионах России: материалы Всероссийской научно-практической конференции (Воронеж, 2-4 декабря 2009 г.) / Воронежский государственный университет. – Воронеж: Изд-во «Истоки», 2009. – С. 167-175.

УДК 004.9

Е.А. Куликова

ИВТ СО РАН, Новосибирск

НЕПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ С ПОЛУОБУЧЕНИЕМ

Предлагается непараметрический алгоритм классификации спутниковых данных с полуобучением, не требующий наличия обучающей выборки для всех классов. Приводятся результаты экспериментальных исследований на модельных и реальных данных, подтверждающие эффективность предлагаемого метода.

E.A. Kulikova

Institute of Computational Technologies SB RAS

6 acad. Lavrentieva ave., Novosibirsk, 630090, Russian Federation

NONPARAMETRIC SEMI-SUPERVISED SATELLITE IMAGE CLASSIFICATION

The nonparametric semi-supervised satellite image classification algorithm which does not require training set for all classes is proposed. The results of experiments performed on models and real dataset which confirm the effectiveness of the algorithm are demonstrated.

В задачах классификации аэрокосмических изображений (АКИ) процесс получения обучающей выборки (помеченных данных), необходимой для построения решающего правила, зачастую связан со значительными материальными и временными затратами. Поэтому на практике обучающая выборка (ОВ), как правило, непредставительна, а для некоторых классов отсутствует вовсе. Более того, отсутствуют сведения о вероятностных характеристиках классов. В то же время при классификации изображений всегда имеется большой объем непомеченных данных. В условиях непредставительности ОВ, для ее расширения, можно использовать непараметрические методы классификации с полуобучением (semi-supervised classification)[1]. Они не требуют практически никаких сведений о вероятностных характеристиках классов и позволяют использовать информацию о безусловной плотности распределения, содержащуюся в непомеченных данных. Однако большинство алгоритмов классификации с полуобучением требуют наличия ОВ для всех классов. При обработке АКИ это условие, как правило, не выполняется.

В докладе представлен эффективный непараметрический алгоритм классификации АКИ с полуобучением, не требующий наличия ОВ для всех

классов. Данный алгоритм может применяться для наращивания исходной ОВ, использующейся при построении классификатора.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ АЛГОРИТМА

Пусть $X = \{x_1, \dots, x_N\}$ – множество реализаций k -мерного случайного вектора $\mathbf{X}$, плотность распределения которого $f(x)$ неизвестна, но имеется ОВ $V = \{(x_i, y_i) : y_i \in \{1, \dots, M'\}\}$, $M' \leq M$, где M – число классов, представленных на изображении. Тогда предлагаемый алгоритм классификации с полуобучением можно условно разбить на два этапа.

На первом этапе выполняется кластеризация данных с помощью сеточного алгоритма ЕССА[2]. Алгоритм основан на выполнении кластеризации на последовательности различных сеток с фиксированным шагом. Финальное решение формируется из предыдущих с помощью ансамблевого подхода, основанного на попарной кластеризации объектов. Алгоритм ЕССА позволяет распознавать кластеры сложных форм. Его результаты являются устойчивыми к изменению шага сетки, что упрощает поиск оптимальных параметров алгоритма. В результате его применения пространство признаков разбивается на клетки, вычисляется оценка плотности $\hat{f}(x)$ и находятся кластеры $G_1, \dots, G_{K+1} = G_{фон}$.

На множестве кластеров задается отношение смежности (смежными называются кластеры, имеющие общую границу). Выделенные кластеры разбиваются на три группы: 1) $\Gamma_1 = \{G_1, \dots, G_L\}$ – кластеры, содержащие точки из V ; 2) $\Gamma_2 = \{G_{L+1}, \dots, G_L^-\}$ – кластеры, смежные с $G_1, \dots, G_L$; 3) $\Gamma_3 = \{G_{L+1}^-, \dots, G_{K+1}\}$ – остальные кластеры. Кластеры из Γ_3 не влияют на решающие границы интересующих классов, поэтому их можно исключить из рассмотрения. Будем предполагать, что множество точек локальных максимумов Z_i функции $\hat{f}(x)$, попавших в кластер $G_i \in \Gamma_1 \cup \Gamma_2$, принадлежит одному информационному классу. Локальные максимумы Z_i могут быть добавлены в ОВ соответствующего класса. Вследствие «грубости» оценки $\hat{f}(x)$, связанной с сеточной структурой, кластер из Γ_1 может «захватить» точки ОВ соседнего класса (так называемый граничный эффект). В случае, когда кластер содержит ОВ нескольких классов, соответствующие ему локальные максимумы добавляются к ОВ того класса, чей представитель лежит в наиболее плотной части кластера.

Дополненная ОВ $\bar{V}$ не является представительной, но она содержит точки из всех интересующих классов и смежных с ними кластеров. Более того, первый этап позволяет исключить из рассмотрения кластеры, заведомо не принадлежащие интересующим классам.

На втором этапе $\bar{V}$ наращивается с помощью непараметрического алгоритма классификации с полуобучением *soft-PARZEN*[3]. В связи с высокой вычислительной сложностью этот алгоритм применяется не ко всему множеству непомеченных данных, а лишь к небольшому его подмножеству точек S , отнесенных к кластерам групп $\Gamma_1 \cup \Gamma_2$. Размер множества S

выбирается так, чтобы расширенная ОВ V' являлась представительной и могла быть использована для построения классификатора с целью выделения классов, представленных в исходной ОВ. Разработанный по такой ОВ классификатор будет применен к объектам кластеров групп $\Gamma_1 \cup \Gamma_2$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Предложенный метод программно реализован на языке программирования C++ (в среде Microsoft Visual Studio). Далее приведены результаты экспериментов на модельных и реальных данных. Перед обработкой данные приводились к диапазону $[0, \dots, 255]$ по каждому признаку. Это преобразование позволяет значительно упростить процесс подбора параметров. Оценка информативности построенных ОВ производилась с помощью непараметрического классификатора Розенблатта – Парзена (с нормальным ядром).

Эксперимент 1. Использовались трёхмерные данные, состоящие из 80000 точек, сгруппированных в восемь классов $C_1, \dots, C_8$ по 10000 точек, распределённых по нормальному закону [2] (рис. 1а). ОВ имела для классов C_1, C_4, C_5 и состояла из 15 точек (по 5 точек на класс). Для расширения ОВ в множество S случайным образом отбирались по $100p$ точек из каждого кластера, $p \in \{0.5, 1, \dots, 4.5, 5\}$. Остальные параметры классификации были фиксированы. С помощью алгоритма ЕССА ($M_{\min} = 20$, $M_{\max} = 24$, $T = 0.8$, $T_h = 0.5$) были выделены 8 кластеров. Для алгоритма soft-PARZEN использовались следующие параметры: $\varepsilon = 10^{-3}$, $\gamma = 10^{-3}$, оптимальное значение σ определялось из множества $\{1, 2, \dots, 10\}$. Для оценки качества выделения интересующих классов вычислялись *точность* и *мера покрытия* по формулам $|C_i^O \cap C_i^S| / |C_i^S|$ и $|C_i^O \cap C_i^S| / |C_i^O|$ соответственно, где $|C_i^O|$ – фактическое количество точек i -го класса, $|C_i^S|$ – число точек, содержащихся в i -м классе, выделенным алгоритмом ($i = \overline{1, 3}$). Результаты применения классификатора Розенблатта – Парзена, разработанного по исходной ОВ, для этих классов следующие: (а) *точность*: 0.78, 0.59, 1; (б) *мера покрытия*: 0.96, 0.99, 0.99. На рис. 1б приведены графики зависимости *средней точности* и *средняя мера покрытия*, вычисленных по 50 запускам процедуры для каждого p , от параметра p . Из графиков видно, что предложенный алгоритм обеспечивает высокое качество классификации, а точность классификатора Розенблатта – Парзена, построенного на основе исходной ОВ.

Эксперимент 2. Исследовался фрагмент снимка Караканского бора (юг Новосибирской области) размером 547×544 элементов разрешения, полученный со спутника LandSat7 в июле 2002 года. Предварительно, с помощью пороговой сегментации по нормализованному вегетационному индексу (NDVI) были отделены не покрытые растительностью территории. Обработка проводилась по четырем каналам (3-5, 7). Для 4 информационных классов («сосновые насаждения», «вырубки», «березовые насаждения» и

«смешанный лес») имелась ОВ объемом 3, 1, 3 и 11 элементов соответственно. Сравнивались результаты работы классификаторов, построенных по V и V' . Кластеризация ($M_{\min} = 35$, $M_{\max} = 45$, $T = 1$, $T_h = 0.5$, кластеры, содержащие менее 0.3% точек, относились в фон) позволила выделить 21 кластер (фон составил 4.8%). Множество S были добавлены по 200 выбранных случайным образом точек от каждого кластера групп Γ_1 и Γ_2 . В результате выполнения процедуры наращивания ($\varepsilon = 10^{-8}$, $\gamma = 0.0005$) расширенная ОВ составила 886 точек. Классификатор Розенблатта – Парзена, построенный на основе расширенной ОВ, обеспечил более высокую достоверность распознавания и позволил выделить классы интереса и дополнительно классы «луг» и «относительно молодые сосновые насаждения». Качество картосхем оценивалось специалистами-дешифровщиками и признано удовлетворительным. Результаты эксперимента для двух фрагментов изображения представлены на рис.2.

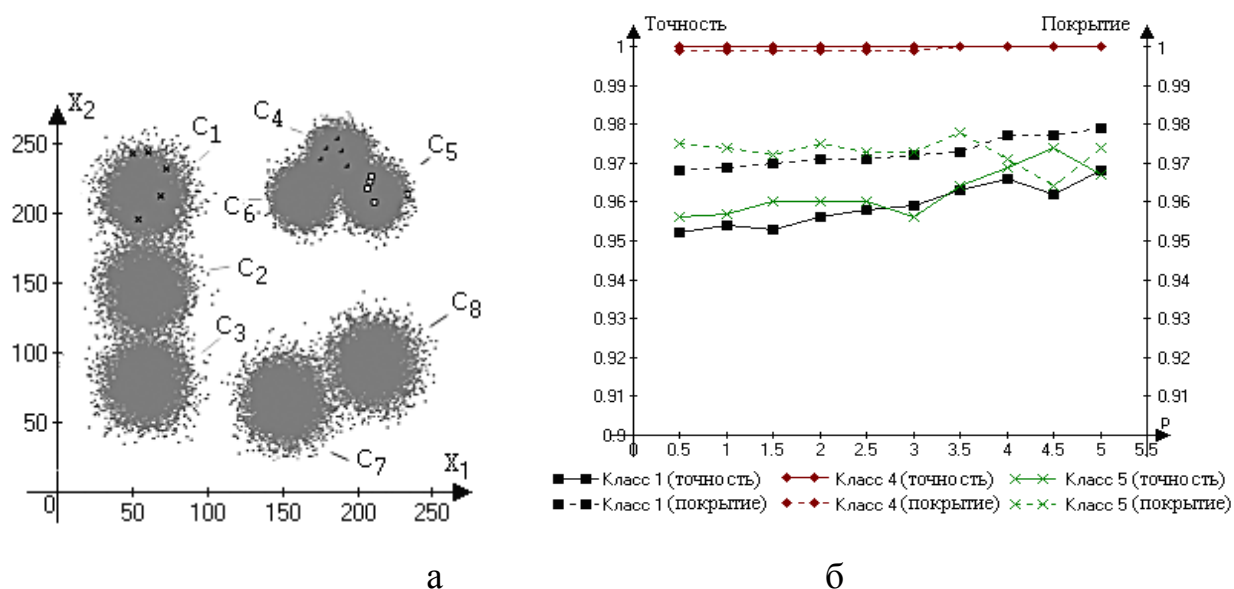


Рис. 1. Результаты эксперимента 1: *а* – проекция исходных данных и ОВ на двумерную плоскость (значками «х», «l» «□» обозначены точки ОВ для классов 1, 4, 5 соответственно, «·» – непомеченные данные); *б* – зависимость средней точности и средней меры покрытия отклика от параметра p .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В докладе предложен непараметрический алгоритм классификации с полуобучением для выделения заданных пользователем классов на аэрокосмических изображениях. Алгоритм расширяет возможности применения традиционных классификаторов для решения практических задач, в которых обучающая выборка для интересующих классов мала, а для остальных отсутствует вовсе. Предложенный алгоритм основан на использовании непараметрических алгоритмов кластеризации и классификации с полуобучением, результаты которых являются устойчивыми к изменению входных параметров. Это позволяет упростить настройку параметров

алгоритма. Приведены результаты экспериментальных исследований алгоритма на модельных и реальных данных, подтверждающие его эффективность.

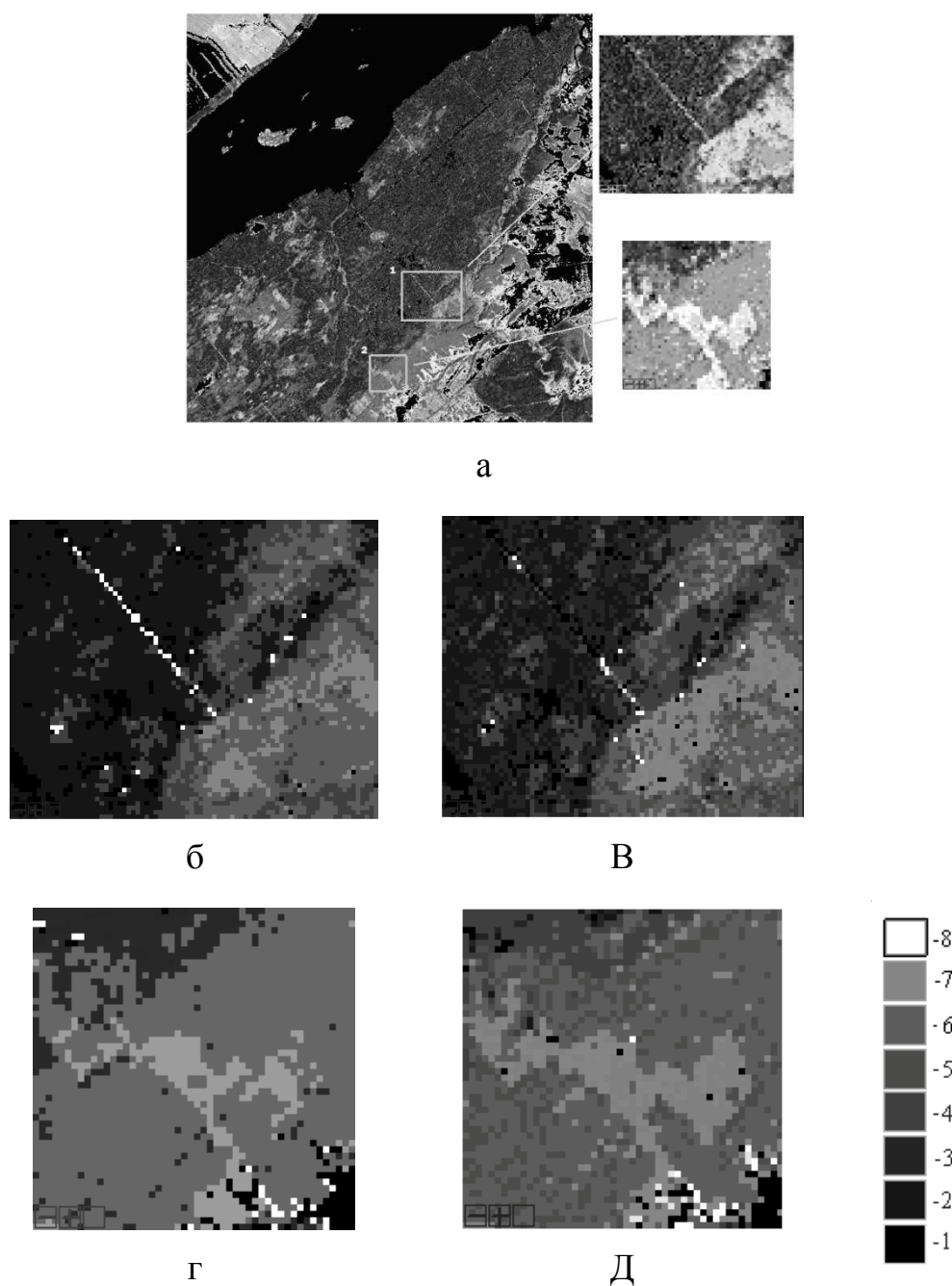


Рис. 2. Исходное изображение с выделенными и увеличенными фрагментами 1 и 2 (а); результаты работы классификатора, построенного по исходной(б, г) и расширенной(в, д) ОВ

На фрагментах приведены 8 выделенных классов: 1– территории, не покрытые растительностью; 2– «старовозрастные сосновые насаждения»; 3– «молодые сосновые насаждения»; 4– «смешанный лес»; 5– «береза»; 6– «луг»; 7– «вырубки»; 8– класс-фон

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Chapelle, O., Schölkopf, B., Zien, A. Semi-Supervised Learning/ O. Chapelle // MIT Press, Cambridge, MA. – 2006.
2. Пестунов, И.А., Куликова, Е.А., Бериков, В.Б., Махатков, И.Д. Сеточный алгоритм кластеризации с использованием ансамблевого подхода к принятию решений / И.А. Пестунов // Горный информационно-аналитический бюллетень. Серия: Отдельный выпуск <Кузбасс 2>. – 2009. – С. 52 – 64.
3. Juszczak P., Duin, R.P. W. Learning from a test set / P. Juszczak // Proc. of 4th Intern. Conf. on Computer Recognition Systems. LNCS, Springer Verlag. – 2005. P.203 – 210.

© Е.А. Куликова, 2010

УДК 528.9

А.Н. Краюхин

ФГУП ПКО «Картография», Москва

ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА

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.

При этом фундаментальные картографические произведения являются уникальным информационным ресурсом благодаря своей возможности в концентрированном виде в наглядной, легко воспринимаемой форме представлять большой объём знаний, как для граждан, так и для различных организаций и государственных учреждений.

A.N. Krayukhin

МРА «Kartografija»

45 Volgogradsky av., Moscow, 109316, Russian Federation

ABOUT THE EFFICIENCY OF USAGE OF FUNDAMENTAL CARTOGRAPHIC WORKS AS A STATE INFORMATION RESOURCE

An important part of national information resources is the geographical attached to locality information about objects of the area, its resources, of an industrial and social infrastructure, toward events and phenomena that is all that is the content of fundamental cartography.

Besides the fundamental cartographical works are a unique information resource because of its opportunity to present a largeness of knowledge in the concentrated form, in the vivid, easily perceived shape both for people and for various organizations and state establishments.

Мы живем 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» утверждённая Президентом Российской Федерации 7 февраля 2008 года 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.

При этом фундаментальные картографические произведения являются уникальным информационным ресурсом благодаря своей возможности в концентрированном виде в наглядной, легко воспринимаемой форме представлять большой объём знаний, как для граждан, так и для различных организаций и государственных учреждений.

Из-за высокой сложности и стоимости создания фундаментальных картографических произведений, в большинстве случаев они создаются за счёт государственных средств.

Примером таких произведений, созданных за последние годы предприятиями Роскартографии можно назвать «Национальный атлас России» в четырёх томах, карта Российской Федерации в масштабе 1:2500000, карты Европы и Мира, серия карт на страны мира, серия учебных карт и атласов, геолого-геофизический атлас Тихого океана и ряд других.

Особо следует выделить карты и атласы тематического и специального содержания, в том числе комплексные, создаваемые с использованием результатов научных исследований ведущих учёных, труда большого числа организаций и специалистов различных отраслей, различных официальных государственных источников информации (статистической, отчетные доклады и др.).

В то же время вызывает беспокойство тот факт, что эффективность использования данной картографической информации оставляет желать лучшего.

Причин здесь несколько. Это – недостаточная информированность граждан, специалистов, в том числе в сфере управления о наличии таких произведений. Это – не использование, в достаточной степени, современных информационных технологий для облегчения доступа более широкого круга потенциальных пользователей к этой информации.

В большинстве случаев картографические произведения статичны, содержание их быстро устаревает. А вид и форма не позволяют эффективно их использовать в современных информационных системах.

Предлагается принципиальное решение, направленное на максимальное использование современных информационных технологий при создании картографической информации.

Залогом достижения этих целей является наличие актуальных пространственных географических данных и возможность их оперативного использования в сочетании с различной специальной (тематической) информацией. Система организации пространственных данных должна позволять в короткие сроки создавать различные тематические картографические материалы в электронной и бумажной формах и представлять их для подготовки принятия решений.

Пространственные данные должны являться составной органичной частью общей информационной инфраструктуры государства. Тематические данные готовятся различными ведомствами, научными организациями Академии наук Российской Федерации, научно-исследовательскими подразделениями высших учебных заведений и организуются, как правило, в виде баз данных. Картографические основы для создания тематических карт на сегодняшний день, в основном, представлены в виде графических файлов без географической привязки, а их актуализация, а также подготовка карт для потребителей, требует значительных трудозатрат.

Дальнейшая эффективность использования этой информации для оперативной подготовки к изданию новых фундаментальных произведений, а также специальной картографической продукции для органов государственной власти напрямую зависит от приведения данной информации в формализованную среду базы географических данных на территорию России и страны мира. Такая организация данных позволит организовать процесс оперативного обновления (мониторинга) этой информации. Она может стать источником не только подготовки картографических произведений, но и самостоятельным информационным ресурсом для органов государственной власти при решении задач стратегического планирования развития территорий, особенно учитывая наличие разнородной тематической информации, привязанной к единым координатам.

Для всех образовательных и научных структур, а также для населения вся информация или её часть может стать доступной через Интернет.

В конечном счёте, экономическая эффективность применения данной информации будет зависеть от того, насколько быстро создаваемые на её основе продукты дойдут до пользователей и будут применяться для решения конкретных задач.

Для достижения этих целей необходимы следующие условия:

- Организация географических данных в виде пространственных объектов, размещённых в среде реляционной СУБД;
- Наличие технологии оперативного создания картографических основ различных масштабов из базы геоданных и с их использованием составления и подготовки к изданию тематических карт;
- Организация специализированного геопортала, представляющего органам государственной власти оперативный доступ к базе геоданных и созданным на её основе различным тематическим картам;
- Наличие современной компьютерной и полиграфической техники, позволяющей эффективно работать с большими базами данных, быстро составлять и получать распечатки картографических произведений.

Для обеспечения всех этих условий предлагается создать Банк геопространственных тематических и географических данных на территорию Российской Федерации и страны мира. После введения банка в эксплуатацию возложить на него функции постоянного мониторинга географических и тематических данных и оперативного предоставления этой информации

органам государственной власти в виде картографических произведений и информационного ресурса.

Мониторинг тематических данных может осуществляться совместно с представителями (министерства, ведомства, наука, образование) т. е. банк данных станет центром инфраструктуры пространственных данных такого уровня. Кроме того, в нём будет концентрироваться тематическая информация по субъектам Российской Федерации, что позволит готовить фундаментальные региональные картографические произведения.

Наличие Банка и новых технологий позволит в несколько раз сократить сроки подготовки к изданию как фундаментальных произведений, так и оперативной картографической продукции для обеспечения решения задач планирования развития территорий органами государственной власти.

Организационно решение этих задач целесообразно возложить на специализированное государственное учреждение, основной задачей которого будет являться обеспечение органов государственной власти географической и тематической пространственной информацией.

На учреждение возложить следующие функции:

- Создание Банка географических и основных тематических данных на территорию страны и зарубежные государства;

- Ведение мониторинга географической и тематической информации в Банке данных;

- 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 – настенные и настольные карты, атласы;

- Оперативное обеспечение картографической информацией в электронной и бумажной форме различных мероприятий, проводимых органами государственной власти;

- Подготовка к изданию фундаментальных государственных картографических произведений («Национальный Атлас России», атласы субъектов Российской Федерации, отраслевые атласы, специальные карты и т. д.).

УДК 630:528.87

А.В. Коптев, Е.Г. Мандреева, А.О. Паженцева, Б.Н. Олзоев

ИрГТУ, Иркутск

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ НА ТЕРРИТОРИИ УСТЬ-ИЛИМСКОГО ЭТАЛОННОГО ПОЛИГОНА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПОЛЕВОГО И АЭРОВИЗУАЛЬНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ В 2009 Г.

Статья посвящена оценке состояния лесов в ходе полевого и аэровизуального обследования на Усть-Илимском эталонном полигоне. На обследуемых участках объекты были классифицированы по группам, определяющих состояние лесных территорий при воздействии на них Усть-Илимского водохранилища.

A.V. Koptev, E.G. Mandreeva, A.O. Pagentseva, B.N. Olzoev

Irkutsk State Technical University (ISTU)

83 Lermontova UI, Irkutsk, Russian Federation

STATE ESTIMATION OF FORESTS ON TERRITORY UST-ILIMSK OF STANDARD POLYGON OF A SOFTWARE TO OUTCOMES OF FIELD AND AEROVISUAL INSPECTION IN 2009

The paper is dedicated to a state estimation of forests during field and aérovisual inspection on Ust-Ilimsk standard polygon. On inspected sites the objects were classed on groups defining a state of wood territories at effect on them Ust-Ilimsk of water storage basin.

Усть-Илимский эталонный полигон является одним из участков исследования природной среды в зоне воздействия на нее акваторий Усть-Илимского водохранилища и реки Ангара. Усть-Илимский полигон включает два участка:

- 1) Район нижнего бьефа Усть-Илимской ГЭС, долина р. Ангара – проектируемое Богучанское водохранилище;
- 2) Район верхнего бьефа Усть-Илимской ГЭС – прибрежные территории Усть-Илимского водохранилища.

Территория Усть-Илимского полигона расположена в полосе перехода среднетаежных лесных комплексов к южно-таежным комплексам Средней Сибири. В районе наиболее широко представлены древостой с преобладанием в составе сосны – 48% покрытых лесом земель, на долю сосново-лиственничных насаждений приходится 18%, темнохвойных лесов (ель, пихта, кедр) – 17%, причем насаждения, где примесь кедра составляет более 30% запаса, занимают

более 5% облесенных пространств. Мелколиственные породы (береза и осина) получили преобладание на 17% лесопокрытой площади [1].

Состав лесов района разнообразен. Это связано не только с вертикальной дифференциацией по рельефу, но и со значительной нарушенностью коренных сообществ пожарами и вырубками.

В августе 2009 г. было выполнено полевое и аэровизуальное обследование лесов на территории Усть-Илимского эталонного полигона. Целью экспедиционных работ было наблюдение за состоянием лесов, затронутых промышленной и хозяйственной деятельностью, а также оценка природно-антропогенных образований, сформированных под влиянием этих факторов: горелые и вырубленные леса, засоренные древесиной берега, лесные массивы вблизи прибрежной зоны водохранилища и долины реки Ангара (рис. 1).



Засоренный древесиной берег
Усть-Илимского
водохранилища



Участок вырубленного леса



Участок горелого леса

Рис. 1. Природно-антропогенные образования, сформированные хозяйственной деятельностью человека

При полевом обследовании производился сбор и уточнение характеристик объектов, полученных по аэроснимкам и не отдешифрированных на космических снимках. Также проводилась проверка и дополнение тех элементов лесных экосистем, которые появились после выполнения космосъемки в 2007 году. Раннее космосъемка этого района выполнялась в сентябре 2007 г., для лесохозяйственной карты сырьевой базы ООО

«ИлимСибЛес». По сканерному космическому снимку одновременно производился контроль результатов автоматизированного дешифрирования территорий обследования.

В районах, особенно труднодоступных, необходимо аэровизуальное обследование, что позволяет сократить сроки выполнения полевых работ. В ходе аэровизуального обследования был выполнен облет территории северной части Усть-Илимского района Иркутской области. При этом особое внимание уделено состоянию леса, как в прибрежной зоне Усть-Илимского водохранилища и реки Ангары, так и в долинах других рек района. Также проведена визуальная оценка состояния новых лесосырьевых баз для определения площадей спелого, перестойного, молодого и подрастающего леса.

Для организации работ по полевому и аэровизуальному обследованию территорий изучения был составлен проект на планшете, в котором указаны:

- Объекты и контуры, подлежащие проверке, уточнению или досъемке;
- Объекты, для которых следует уточнить или определить характеристики или названия.

На обследуемых участках объекты были классифицированы по группам:

- Изменившиеся или вновь появившиеся контуры и местные предметы, изображения которых на снимках не позволяют раскрыть их содержание;
- Новые вырубki и гари, не отобразившиеся на космоснимках из-за малых размеров;
- Не отдешифрованные массивы и породы леса, не выявленные ранее по цветовым признакам;
- Объекты, для которых необходимо установить в натуре количественные или качественные характеристики, не определяемые по снимкам.

Все изменения и уточнения были зафиксированы на картосхеме проекта обследования.

Вместе с тем были посещены местные организации: администрации г. Усть-Илимска и Усть-Илимского района, лесохозяйственное предприятие ООО «ИлимСибЛес» и территориальные управления агентства лесного хозяйства по Усть-Илимскому району в Северном и Илимском лесхозе. В этих организациях дополнительно получены данные о состоянии лесов, лесоустroительные материалы, лесотаксационные описания.

На рисунках представленных выше отчетливо видны результаты деятельности человека (вырубленные и горелые леса, последствия затопления леса водохранилищем). В силу этого необходимо рациональное лесопользование, которое предусматривает нормированную по объему и пространственному размещению рубку леса в насаждениях и своевременное лесовосстановление вырубok хозяйственно ценными породами. Однако на практике иногда принципы рационального лесопользования нарушаются: фактическая рубка по объему превышает расчетные лесосеки, вырубаются преимущественно высокобонитетные хвойные насаждения, допускаются

отступления от правил рубок по размещению и размерам лесосек, в недорубах оставляется значительное количество древесины, уничтожается подрост и т.д.

Лесным кодексом и другими нормативными документами предусмотрено использовать аэрокосмические снимки в качестве основы для исследования состояния леса и рационального лесопользования.

Кроме того, положением о порядке освидетельствования мест рубок предусмотрено использование аэроснимков с разрешением 1 м для установления [2]:

- 1) Состояния лесосеки и 50-метровой полосы, смежной с ней;
- 2) Сохранности подроста, семенных полос, куртин;
- 3) Площади и объёма оставленных недорубов;
- 4) Объёма невывезенной древесины;
- 5) Площади неудовлетворительной очистки лесосек от порубочных остатков.

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

В результате полевого и аэровизуального обследования была собрана визуальная информация о состоянии лесов, необходимая для их дальнейшего изучения и исследований. Охрана и своевременное восстановление лесов определяет рациональное его использование, так как лес – это важная природная геосистема, позволяющая сохранять экологический каркас территории, сформированный под воздействием Усть-Илимского водохранилища.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Беркин Н.С., Филиппова С.А. Иркутская область (природные условия административных районов) [Текст]. – Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1993. – 304с.: ил.

2. Положение о порядке освидетельствования мест рубок главного пользования методом аналитико-измерительного дешифрирования материалов крупномасштабной аэросъемки в многолесных районах с большим объемом лесозаготовок (утв. приказом МПР России от 20.07.2006 г. №169) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [<http://www.kodeks-luks.ru/ciws/site?tid=0&nd=901990582&nh=2>].

УДК 528.9

Ю.А. Комосов

ФГУП ПКО «Картография», Москва

ПЕРЕХОД ОТ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ К ИЕРАРХИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ

Анализируется используемая модель данных в цифровых топографических картах Российской Федерации. Обосновывается необходимость перехода к новой иерархической модели представления данных. Рассматриваются основные черты новой модели данных.

Y.A. Komosov

Mapping Production Association «Kartografija»,

Russia, 109316, Moscow, Volgogradski prospect, 45

TRANSITION FROM CARTOGRAPHICAL TO HIERARCHICAL MODEL OF REPRESENTATION OF THE SPATIAL DATA

The used model of the data in digital topographic maps of the Russian Federation is analyzed. Necessity of transition to new hierarchical model of data presentation is proved. The basic lines of new model of the data are considered.

Значительный объем используемых сегодня в среде ГИС пространственных данных составляют векторные данные – цифровые карты, основным видом которых в нашей стране являются цифровые топографические карты (ЦТК). Объем этих данных в федеральном картографо-геодезическом фонде очень значителен. Создавались они на протяжении десятков лет по различным технологиям и в различных программных продуктах. Модель данных для ЦТК была разработана в недрах Военно-топографической службы (ВТС) на рубеже 70-80-х годов прошлого столетия и была на уровне мировых разработок своего времени. Эти данные сегодня вызывают много нареканий у пользователей, часть которых, на мой взгляд, обусловлена неудобством их использования из-за модели представления, которая, по моему, существенно отстала от современных требований и мешает качественному обеспечению ими потребителей. Назрела необходимость пересмотреть модель представления этих данных с учетом сохранения всей имеющейся в них информации.

Необходимость новой модели

Как было отмечено выше, создание ЦТК началось на рубеже 70-80-х годов прошлого столетия и выполнялось путем цифрования традиционных топографических карт, что было в то время единственным источником для их создания. Цифровая карта должна была обеспечить решение двух задач – являться моделью местности, т.е. передавать информацию о пространственных

объектах, и одновременно обеспечить возможность ее обратного воспроизведения в традиционной бумажной форме. Такие цели и определили модель представления данных, которую можно назвать *картографической*.

Единицей пространственных данных в картографической модели является набор – номенклатурный лист (НЛ) ЦТК определенного масштаба, отражающий содержание и оформление исходной бумажной карты. Цифровая карта состоит из объектов. Каждому объекту присвоен классификационный код, который отражает:

- Смысловой тип объекта местности (река, озеро, автодорога, древесная растительность и т.п.);
- Некоторое описание свойств или атрибутов (тип автодороги, ширина реки, проходимость болота и т.п.);
- Особенности графического оформления условного знака (дамбы в одну и в две линии).

Кроме классификационного кода имеется отдельное атрибутивное описание. Таким образом, часть свойств объектов описана в коде, а часть - в виде отдельных атрибутов. В значение кода объекта попали те свойства, которые определяют вид условного знака для его отображения на бумажной карте (например, тип автодороги, ширина реки). Другие же свойства описаны атрибутами, например, материал покрытия автодороги и пр.

Источником информации для заполнения атрибутов являются подписи, представленные в цифровой карте самостоятельными текстовыми объектами, которые после заполнения атрибутов дублируют их информацию и необходимы только как элемент графического оформления карты.

Таким образом, в цифровой карте содержится как смысловая информация об объектах местности, так и элементы графического оформления изображения объектов на бумажной карте данного масштаба в определенной системе условных знаков. При этом и смысловая и графическая информация об одном пространственном объекте содержатся в описании различных не связанных между собой объектов цифровой карты. Процесс отделения смысловой информации от графической становится или невозможным или очень сложным и затратным.

Основной принцип выделения объектов в цифровой карте состоит в том, что у объекта может быть только одно координатное описание, один классификационный код, одно значение каждого свойства.

Из этого принципа вытекают два основных следствия:

- Если на карте данного масштаба характер локализации объекта местности меняется на его протяжении (например, ширина реки), то объект делится на самостоятельные единицы со своими классификационными кодами, атрибутами и характером локализации; при этом общие атрибуты объекта дублируются во все его части;

– Если в области распространения объекта происходит изменение его свойства, описанного в коде, то это также приводит к необходимости разделения объекта на части.

В результате реализации указанных правил, информация об одном и том же объекте местности разделена на несколько самостоятельных несвязанных между собой объектов. При этом некоторые свойства объекта должны содержаться во всех его «частях», т.е. свойства «режутся» вместе с объектами. Модель данных не предполагает описания каких-то связей между «разрезанными» объектами, являющимися составными элементами одного объекта местности, что приводит к ошибкам в карте.

Помимо нарезки в местах изменений свойств объекты режутся и по границам НЛ ЦТК. Практически все пользователи после получения НЛ ЦТК выполняют их сшивку на интересующие участки территории, а при сшивке и выявляются проблемы несогласованности информации.

Современные требования к актуальности данных и цифровые технологии приводят к обновлению пространственных данных посредством мониторинга. Мониторинг подразумевает постоянный сбор информации об изменениях в пространственных объектах, и эти изменения никак не связаны с нарезкой данных на номенклатурные листы и с масштабами карт, на которых данные отображаются. Следовательно, для целей мониторинга существующая нарезка данных на НЛ ЦТК также очень неудобна.

От описания пространственных данных в виде цифровых карт различных масштабов необходимо переходить к другой информационной единице – пространственному объекту в его «базовом» смысле.

На основе рассмотренных выше недостатков сформулируем основные направления разработки новой модели описания пространственных данных:

1. Выделение пространственного объекта как базовой единицы описания пространственных данных.

2. Установление связности всей атрибутивной и координатной информации, относящейся к одному пространственному объекту (имея в виду, в том числе, и его генерализованные описания на существующих ЦТК различного масштаба).

3. Изменение подхода к правилам выделения пространственных объектов с целью устранения его «дробления» на отдельные элементы.

4. Разделение содержательной части пространственных данных и элементов их графического оформления для различного картографического отображения.

Сущность новой модели

Понятие пространственного объекта

Выделение пространственного объекта в отдельный класс должно основываться только на его *сущности*, т.е. на том свойстве, которое отличает его от других объектов и не изменится на протяжении всего его жизненного цикла. Примерами таких сущностных пространственных объектов являются:

автомобильная дорога, водоток, водоем, древесная растительность, болото, населенный пункт, капитальное строение. Такой сущностный пространственный объект обладает описанием своего местоположения в пространстве в виде координатного или адресного описания, или и того и другого одновременно. У объекта может быть несколько координатных описаний, отличающихся точностью, детализацией (генерализация) и все они имеют право на взаимосвязанное существование. Кроме реальных объектов местности к пространственным объектам следует отнести и различные географические объекты, не имеющие четко выраженного координатного описания: урочище, хребет, залив, гора, балка и т.п. Пространственный объект может быть образован путем агрегирования других пространственных объектов, не имея своего адресного или координатного описания. К таковым, например, можно отнести понятие «Улица» в населенном пункте. Под улицей можно понимать совокупность строений и проезжих частей, объединенных единым свойством – собственным названием.

Сущностная классификация пространственных объектов и их уникальная идентификация приведет к устранению каких-либо противоречий между различными поставщиками данных и пользователями и даст возможность использовать общие *каталоги объектов* для привязки метаданных и обмена информацией.

Иерархическое описание свойств

Пространственный объект в области своего распространения может обладать различными свойствами, не влияющими на его сущность. Свойства могут исчезать, появляться, *перемещаться по объекту*, но существуют они только вместе с объектом и всегда можно связать свойство с его местоположением на координатном описании. Размещение свойств объекта на его координатном описании можно представить следующей иерархической схемой (рис. 1):

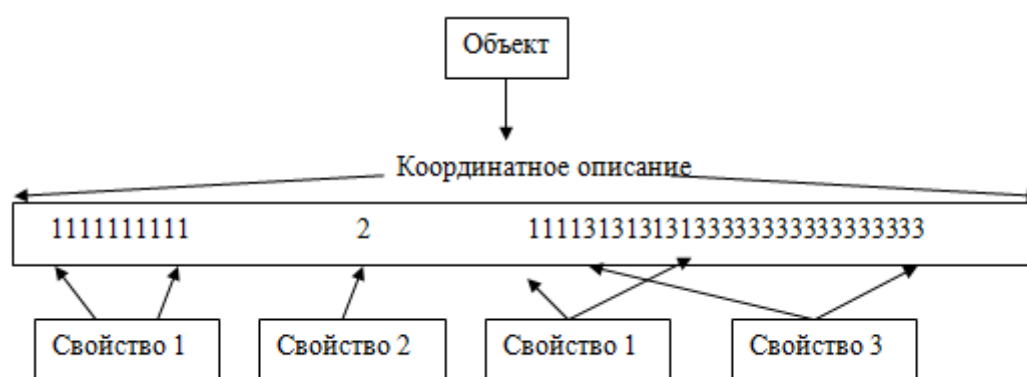


Рис.1. Иерархическая схема описания свойств объекта.

Уровень:1-й – объект; 2-й – координатное описание; 3-й – описание свойств

Использование иерархической связи в качестве способа описания свойств можно трактовать как получение свойством своего координатного описания на общем координатном описании объекта, не разрушая последнее. Координатное

Уровень: 1-й – объект; 2-й – координатное описание; 3-й – описание свойств; 4-й – подпись

Реализация такой иерархической модели позволит не дублировать значение свойства в подписи, а хранить только один раз, что автоматически исключит ошибки несовпадения значения атрибутов объектов и подписей. Одновременно можно хранить несколько подписей отображения значения одного свойства на картах разных масштабов и в разных условных знаках.

Наличие такой связи поможет в решении еще одной проблемы – открытых и закрытых ЦТК. Сегодня в фондах хранятся оба вида карт, т.е. информация в значительном объеме дублируется. Кроме того, существующая технология создания открытых ЦТК не позволяет создавать их полностью автоматически из-за отсутствия связи в значениях атрибутов и подписей, подлежащих удалению. Предложенная модель позволит полностью автоматизировать процесс и исключить дублированное хранение информации в закрытых и открытых картах.

Здесь следует прокомментировать наличие в новой модели подписей, а точнее их координатного описания. В большинстве нынешних реализаций картографического изображения на экранах мониторов, особенно в Интернет-ресурсах, размещение подписей выполняется автоматически и существует мнение, что хранение местоположения подписей в цифровых картах, отражающее их положение на исходной карте, бессмысленно, поскольку при необходимости оно может быть сгенерировано автоматически. На мой взгляд, весомым аргументом за сохранение этой информации следует признать то, что размещение подписей на карте является одним из *творческих продуктов* деятельности картографа и это никогда не будет полностью адекватно заменено автоматом, тем более что в цифровых картах эти подписи уже размещены.

Правила выделения объектов

Для ряда пространственных объектов, особенно линейно протяженных и больших площадных, встает вопрос о правилах их выделения в самостоятельные единицы.

Основываясь на сущностной формулировке понятия пространственного объекта и принципе независимого описания свойств, можно предложить следующие правила разделения или выделения объекта в самостоятельную единицу:

- По его визуальным внешним признакам на местности.
- По собственному названию, которое, как правило, является основным свойством, определяющим выделение объекта.

Координатное описание выделенного объекта по возможности представляется непрерывным, например, для водотоков (реки, ручьи, каналы), автомобильных и железных дорог, линий электропередач и трубопроводов. Автомобильные дороги «правильно» разделять населенными пунктами, в которых уличная сеть «размывает» проходящие через них магистральные дороги, и не разделять в населенных пунктах, через которые дорога проходит однозначно. Железные дороги, по аналогии, делятся железнодорожными узлами. Реку, имеющую собственное название, желательно иметь единым объектом с единственным значением названия. Большие площадные объекты грунтов и

растительности целесообразно разделять естественными препятствиями – реками, дорогами и т.п. Других неестественных разделений объектов желательно избегать. Такое выделение объектов удобно с точки зрения их идентификации и инфраструктуры пространственных данных.

Иерархическое координатное описание

На местности пространственный объект имеет единственное пространственное положение, однако его координатных описаний может несколько, выполненных в разное время или полученных в результате генерализации, при этом одно нельзя заменить другим. Связность всех координатных описаний должна обеспечить их согласованную актуализацию и связь с описанием свойств данного объекта. Связь координатных описаний можно организовать *иерархически*, где на верхнем уровне расположить самое общее (глобальное) координатное описание, а уровнем ниже его детализации на отдельных участках.

Разделение содержания и оформления

После реализации всех вышесказанных принципов совершенно очевидным становится то, что новая модель представления пространственных данных не предполагает в виде объектов никаких элементов оформления НЛ ЦТК в условные знаки топографических карт, что являлось основным принципом классификации и выделения объектов цифровой карты. Элементы графического оформления можно разделить на две группы: *совмещенные* с координатным описанием и *смещенные* от координатного описания. Совмещенные элементы могут быть однозначно сгенерированы автоматически по координатному описанию, а для смещенных элементов, например, подписей, это смещение можно сохранить и иерархически связать с описанием свойства.

Это позволит из новой модели данных в любое время автоматически получить готовый к изданию НЛ ЦТК.

Пути реализации новой модели

Предложенная модель представления пространственных объектов отличается от существующей модели НЛ ЦТК и от общепринятых моделей представления цифровых карт в различных ГИС-средах по таким существенным признакам, как множественность вариантов координатного описания объекта или полное его отсутствие, и иерархическая связь объекта со свойствами и подписями. Реализация таких возможностей в используемых в настоящее время ГИС-средах практически невозможна или затруднительна. Добавив к этому необходимость ведения мониторинга и хранения метаданных на каждый атрибут объекта и его координатное описание, приходим к выводу, что единственной реально возможной «средой обитания» и мониторинга данных в такой модели является *реляционная СУБД*, в которой необходимо спроектировать *Хранилище пространственных объектов*. Хранилище должно будет принимать данные из ГИС-среды, использоваться для выполнения операций мониторинга и формировать требуемые наборы цифровых картографических данных по запросам различных потребителей.

УДК 528.9
Е.Ю. Колганова
ИрГТУ, Иркутск

ГИС-КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ИРКУТСКА

В статье излагается опыт работы по созданию ГИС историко-культурного наследия г. Иркутска в интересах решения задач государственной охраны исторических и культурных объектов города и их популяризации. Рассмотрены источники информации, структура ГИС и итоговая продукция.

E.Y. Kolganova
Irkutsk State Technical University (ISTU)
83 Lermontova UI, Irkutsk, Russian Federation

GIS-MAPPING OF THE HISTORICAL AND CULTURAL HERITAGE ON THE EXAMPLE OF CITY OF IRKUTSK

In the article the experience on creation GIS of a historical and cultural heritage of Irkutsk in interests of the decision of problems of the state protection of historical and cultural objects of city and their popularization is stated. Sources of the information, structure GIS and final production are considered.

Сохранение культурного наследия – проблема международного значения, что подтверждается Конвенцией об охране Всемирного культурного и природного наследия, принятой ЮНЕСКО. Решение проблем изучения и сохранения культурного наследия тесно связано с картографированием. Создание карт наследия все больше привлекает к себе внимание и в настоящее время оформилось как особое направление тематического картографирования, требующего своего дальнейшего развития. Кроме основного назначения – инвентаризация наследия с целью его охраны – картографирование обеспечивает общество новой информацией и знаниями, способствующими пониманию прошлого, настоящего, будущего. Создание банков данных и карт о наследии позволяет полнее оценить значение памятников культуры, расширить программы их сохранения и восстановления. Картографирование наследия особенно важно для исторических городов, к которым относится и Иркутск.

Современное состояние сбора и хранения материалов по памятникам историко-культурного наследия (ИКН) характеризуется многообразием документов используемых для создания архивов, реестров и учетных документов. Службами учета и хранения информации тратятся большие объемы времени на подготовку и выдачу необходимых материалов, как заказчикам, так и собственным отделам входящих в состав органа охраны (договорно-правовой,

инспекторский, информационно-аналитический, реставрационный, отдел археологических памятников, бухгалтерия). Материалы, которые используются этими службами, весьма разнообразны: текстовая документация, исторические записки, технические паспорта, планы земельных участков, поэтажные планы, результаты стереофотограмметрической съемки (цифровые модели фасадов, обмерные чертежи), фотоматериалы и т.д. [1].

С увеличением потока документов, становится все сложнее осуществлять их учет, хранение, выдачу и совместное использование различными службами и потребителями. Развитие современных технологий, позволяет оптимизировать совместную работу служб, что и послужило толчком для идеи создания проекта информационной системы “Историко-культурное наследие Иркутска”.

Цель проекта - решение задач государственной охраны объектов недвижимого историко-культурного наследия г. Иркутска и его популяризация.

ГИС ИКН – это информационная система, которая способна концентрировать комплексную информацию о территориях и объектах охраны

Главной задачей проекта является создание открытой информационной системы, характеризующей состояние объектов ИКН.

Подразделения государственных органов охраны и использования памятников истории и культуры должны иметь возможность оперативного реагирования на запросы со стороны сторонних служб, деятельность которых затрагивает вопросы аренды, страхования и использования памятников. В связи с этим ИС должна включать в себя блок автоматизации охранно-арендной деятельности. Это является комплексной задачей, включающей в себя разработку и внедрение системы автоматизированного документооборота между подразделениями и руководством органа охраны памятников, а также модуль комплексной аналитики, позволяющий выполнять специализированные запросы к тематическим базам данных и генерировать информационно-аналитические отчеты различного содержания.

В основе ГИС лежат наборы цифровых топографических карт и планов масштабов от 1:500 до 1:1000000. На эту картографическую основу наносятся данные по памятникам, формируются историко-архитектурные опорные планы, проекты охранных зон, схемы расположения памятников археологии и прочие тематические базы данных. Заносится информация по нормативно-правовым, инженерно-экономическим и архитектурно-техническим сведениям об объектах.

Функционирование ГИС осуществляется на основе инструментальной геоинформационной системы “ИнГео” (клиент\сервер), разработанной Центром системных исследований “Интегро”, г. Уфа.

Построение трехмерных моделей территорий - также одно из перспективных направлений использования современных технологий в области охраны памятников. Трехмерное моделирование является главным инструментом визуально-ландшафтного анализа для определения возможностей и путей адаптации планируемых градостроительных вмешательств в условиях исторического города.

Программное обеспечение, используемое при построении 3D-моделей, должно обладать набором функций, позволяющих быстро и корректно работать с большим набором данных. В настоящее время для построения объемных моделей рельефа местности, применяются программы MapInfo и ArcView, для моделирования территорий AutoCad и 3D Studio VIZ.

Важнейшим результатом проекта должно явиться создание электронного архива документальных фондов по объектам ИКН, включающего совокупность сведений по памятникам археологии, историческим городам и архитектурным и историческим памятникам г. Иркутска.

Базовым информационным обеспечением электронного архива ИКН являются:

- Перечни объектов культурного наследия;
- Учетная документация;
- Картографическая основа;
- Охранная документация;
- Иллюстративная документация;
- Земельный кадастр;
- Линии градостроительного регулирования;
- Информация об объектах реконструкции и нового строительства;
- Прочие сведения, представляющие интерес для анализа и моделирования этапов исторического развития объектов ИКН.

Итогом работы с информационной системой ИКН могут явиться следующие отчетные и справочные документы по объектам ИКН: информационный перечень объектов наследия и зон охраны; историко-архитектурные опорные планы; проекты охранных зон; нормативно-правовая документация; историко-культурные заключения[2,3,4]

Таким образом, в состав базы данных ГИС – ИКН включена не только текстовая информация по объектам охраны, но и фотофиксация всех недвижимых памятников истории и культуры, планы земельных участков, 3D модели отдельных памятников архитектуры. ГИС – ИКН г. Иркутска может найти широкое применение как для органов охраны памятников истории и культуры, так и административных и хозяйственных органов субъектов РФ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Веденин Ю.А., Лютый А.Л., Культурное и природное наследие России (Концепция и программа комплексного атласа) [Текст] / Ю.А. Веденин, А.Л. Лютый // М.: Институт Наследия, 1995. – 119 с.
2. Верещака Т.В., Нгуэн Л.Т. Тематическое и ГИС-картографирование историко-культурного и природного наследия (на примере г. Ханоя, Вьетнам) [Текст] / Т.В. Верещака, Л.Т. Нгуэн // Известия Вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – М., 2008. – № 4. – С. 61-68.

3. Всемирное культурное и природное наследие: документы, комментарии, списки объектов / Колл. авт. (отв. ред. Ю.Л. Мазуров). – М.: Институт Наследия, 1999. – 337 с.

4. Ельчанинов А.И., Свешников В.В. Состояние нового направления в тематической картографии России – картографирование культурного и природного наследия [Текст] / А.И.Ельчанинов, В.В. Свешников // Картография XXI века: теория, методы, практика // Доклады II Всероссийской научной конференции по картографии, посвященной памяти А.А.Лютого. – М.: Институт географии РАН, 2001. – С 397.

© *Е.Ю. Колганова, 2010*

УДК 528.94

И.П. Кокорина

СГГА, Новосибирск

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ МЕТОДОВ В ЗООГЕОГРАФИЧЕСКОМ КАРТОГРАФИРОВАНИИ

В статье рассматриваются вопросы картографирования животного населения на основе расчетов коэффициентов сходства сообществ. Данный подход используется для создания геоинформационных систем (ГИС) орнитологической тематики

I.P. Kokorina

Siberian State Academy of Geodesy (SSGA)

10 Plakhotnogo UL., Novosibirsk, 630108, Russian Federation

GIS APPLICATION IN ZOOGEOGRAPHICAL MAPPING

The article puts forward the problems of animal population mapping on the basis of the calculated coefficients of the communities similarities. The approach is used for ornithological GIS development.

В современной тематической картографии выделяют самостоятельный раздел карт природы. Карта природных явлений – любая карта, на которой показаны природные комплексы, явления или процессы. В данный раздел входят биогеографические карты. Берлянт А.М. [1] приводит следующее определение: "Биогеографическая карта – общее название карт биосферы, включая ботанические и зоогеографические карты". Зоогеографическое картографирование как инструмент пространственного изучения и отображения сообществ животных (животного населения) сформировалось в России, опираясь на достижения геоботанического и ландшафтного картографирования. Будем считать термины "зоологическая" и "зоогеографическая" карты синонимами [2]. В работе [1] А.М. Берлянта дано определение зоогеографической карты как "...карты, показывающей размещение животных, их численность, миграции, связи со средой обитания" [1].

Среди зоогеографических карт отдельной группой выделяются карты животного населения. Такие карты публикуются нечасто. Это обусловлено высокой трудоемкостью сбора материала по численности и распределению животных. Основная сфера приложения карт животного населения связана с решением учебных и исследовательских задач [2,3].

К настоящему времени накоплен и обобщен определенный опыт картографирования населения животных с использованием результатов факторной классификации территориальных сообществ по коэффициентам

сходства на основе кластерного анализа [4,5]. Созданные таким образом карты выделяют как отдельный тип по подходу к классификации населения животных - по индексу общности [2]. В зоогеографии ландшафтная или геоботаническая карта используются в качестве основы для проведения кластерного анализа, результатом которого является карта животного населения, представляющая собой окончательный, хотя и не единственный результат исследования [3]. Результатами зоогеографического исследования могут быть также графы в многомерном факторном пространстве, классификации и др., но картографическое отображение территориальной изменчивости населения животных, особенно на больших площадях, является наиболее наглядной формой представления пространственной информации.

В последнее время наблюдается тенденция объединения традиционных подходов к оценке биоразнообразия с возможностями анализа, предлагаемыми геостатистикой, фрактальной геометрией и др. Использование данных дистанционного зондирования (ДДЗ) по отдельным параметрам, таким как наличие или численность мелких животных или растений, затруднено вследствие недостаточно крупных масштабов получаемых данных и большой подвижности животных. В связи с этим широкое применение для анализа пространственной информации, в том числе для оценки биоразнообразия и принятия решений по его сохранению без организации полномасштабных исследований животных в природе, находят геоинформационные технологии [6].

Анализ географической информации является одной из основных функций ГИС. Геоинформационные системы предлагают богатый выбор инструментов для обработки пространственной информации [7]. В совокупности команды и объекты данных формируют основу среды обработки географических данных (геообработки). Геообработка связана с применением инструментов и процедур, используемых для генерирования производных наборов данных [8].

Алгоритмы математической обработки геопространственных данных (пространственный анализ, моделирование) в ГИС включают в себя такие функции, как операции вычислительной геометрии, оверлей и прочие аналитические, графоаналитические и моделирующие функции [9].

Так, компания ESRI предлагает широкий спектр дополнительных модулей программного продукта ArcGIS для анализа пространственных данных. Все эти модули работают с ArcGIS Desktop (ArcView, ArcEditor, ArcInfo).

Один из таких модулей – Geostatistical Analyst – включает в себя набор инструментов для анализа данных и построения оптимизированных поверхностей с использованием наиболее статистически подходящих методов. С помощью аналитических инструментов ArcGIS Geostatistical Analyst решается широкий спектр задач, например повышения качества интерполяции значений какого-либо параметра. Модуль позволяет решать задачи оценки качества пространственных данных, выявлять существующие тренды, создавать и отображать оптимальные поверхности. ArcGIS Spatial Analyst представляет широкий спектр инструментов для создания растровых данных, а также совместного анализа данных во всех растровых и векторных

форматах, поддерживаемых в ArcGIS. Модуль позволяет решать множество аналитических задач, таких как выявление пространственных взаимосвязей, анализ поверхностей на основе цифровых моделей рельефа и др. [8]. В частности, одной из задач пространственного анализа является экстраполяция данных на территории, на которых не были проведены исследования и в результате этого отсутствуют данные об изучаемом явлении.

В настоящее время ведутся работы по созданию видовых орнитологических карт на территорию Западно-Сибирской равнины. Исходные материалы предоставлены Институтом систематики и экологии животных (ИСиЭЖ СО РАН). В качестве картографической основы используется карта растительности Западно-Сибирской равнины в формате MapInfo.

Создание карт населения животных будет осуществляться по методике, основанной на использовании результатов факторной классификации. Сущность ее состоит в следующем. В результате натурных обследований получают границы размещения таксона на местности. По полученным данным создаются карты местообитания животных, на которых по коэффициентам сходства выявляются границы распределения таксонов в пределах обобщенного выдела. Карты местообитаний, по сути, являются картами ландшафтов, предпочитаемых определенными видами животных. На основе карт местообитаний создаются карты населения животных. При картографировании населения лучше всего использовать видовой уровень животных и единственный классификационный признак, отражающий влияние всех факторов среды. Таким признаком может служить сходство-различие вариантов населения животных по любому показателю факторов среды [3].

Поскольку на практике невозможно провести сплошное обследование территории с целью установления обитания животных, при создании карт населения встает задача экстраполяции данных о влиянии выявленных факторов среды на необследованные выделы. Таким образом, карта животного населения будет представлять собой результат генерализации и экстраполяции или деления выделов карты-основы [3].

В рамках проекта планируется создание серии орнитологических карт, карт растительности и почвенных экосистем на территорию Западной Сибири. Созданные карты будут экспортированы в ArcGis 9.1 для анализа данных средствами встроенного математического аппарата ГИС. С помощью аналитических инструментов модулей ArcGis будут созданы геоинформационные зоогеографические модели, в том числе орнитологической тематики. Научный интерес представляет выявление корреляции пространственных зоогеографических данных, полученных по результатам анализа, проведенного в ArcGis 9.1, и с применением математического аппарата, разработанного в ИСиЭЖ СО РАН.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

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

2. Тупикова, Н.В. Принципы и методы зоологического картографирования [Текст] / Н.В. Тупикова, Л.В. Комарова. - М.: МГУ, 1979. - 192 с.
3. Равкин, Ю.С. Факторная зоогеография: принципы, методы и теоретические представления [Текст] / Ю.С. Равкин, С.Г. Ливанов. - Новосибирск: Наука, 2008. - 205 с.
4. Равкин, Ю.С. Пространственная организация населения птиц лесной зоны (Западная и Средняя Сибирь) [Текст] / Ю.С. Равкин. - Новосибирск: Наука, 1984. - 264 с.
5. Цыбулин, С.М. Птицы Алтая: пространственно-временная дифференциация, структура и организация населения [Текст] / С.М. Цыбулин. - Новосибирск: Наука, 2009. - 234 с.
6. Компьютеры и суперкомпьютеры в биологии [Текст] / отв. ред. В.Д. Лахно, М.Н. Устинин. - М.: Ижевск, 2002. - 528с.
7. Прикладная геоинформатика [Текст] / А.Д. Иванников, В.П. Кулагин, А.Н. Тихонов, В.Я. Цветков. - М.: МАКС Пресс, 2005. - 360 с.
8. Программы ESRI [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://www.dataplus.ru/Soft/ESRI/index.htm>.
9. Карпик, А.П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий: Монография [Текст] / А.П. Карпик. - Новосибирск: СГГА, 2004. - 260 с.

© И.П. Кокорина, 2010

УДК 528.9

Е.Л. Касьянова

СГГА, Новосибирск

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ ТУРИНДУСТРИИ В СЕТИ INTERNET

В статье рассмотрены вопросы создания картографической системы обеспечения различных форм туризма. Кроме традиционных карт и схем предлагается использовать многообразие графических материалов в электронном виде. Использование их может быть не только, записав на какой-то носитель, но и по сети INTERNET.

El.L. Kasjnova

Siberian State Academy of Geodesy (SSGA)

10 Plakhotnogo UL., Novosibirsk, 630108, Russian Federation

DEVELOPMENT OF THE INTERNET SERVICES SYSTEM FOR TRAVEL INDUSTRY

The problems of developing mapping system for travel industry support are considered. In addition to the traditional maps and plans various kinds of computer graphics are offered. They may be both on electronic carriers and taken directly from Internet.

В настоящее время предоставляются широчайшие перспективы представления пространственной информации в мировой сети. В этой связи все большую популярность приобретают различного рода картографические интернет-сервисы.

Современная туриндустрия не может обходиться без различных карт и схем, причем не только изданных на бумаге, но и представленных в электронном виде. Ведь современный турист, в своем арсенале имеет не только котелок и рюкзак, но и ноутбук. Различные виды туризма нуждаются в разнообразных картах и схемах. Создаваемые туристские карты предназначены для широкого круга потребителей, которые не всегда отвечают запросам туризма различной направленности. Кроме карт и схем туристов интересует и другая важная информация: отели, пункты общественного питания, СТО, АЗС, интересные объекты природы, архитектурные и археологические памятники, пляжи и т.д. их фотографии, описания, другие изображения.

Многообразие форм туризма (пешеходный и с использованием транспортных средств, спортивный и экскурсионный, летний и зимний, внутренний и международный, по воде и в пещерах и т.д.) обусловило

значительные различия туристских карт по территориальному охвату и масштабам, по назначению и использованию, а главное – по содержанию.

Для туристов, сплавляющихся по рекам, необходимы туристские лоции рек. Простые лоции, предназначенные для безопасного проведения речной навигации, не имеют сведений интересующие туристов, а именно переправы, лучшие места стоянок и ночевки, интересные объекты природы и т.д. Тем более составляются лоции только на реки, где проходит навигация, сплав же ведется не только на них. Условные обозначения на туристских лоциях существенно отличаются от общепринятых. Кроме самой схемы, в электронном виде можно давать много иной нужной информации: фотография реки (рис. 1) , маршрут сплава (видео), описание опасных участков и прочее.

Спелеотуристы, занимающиеся исследованием пещер, всегда должны снабжаться схемами пещер – планом и вертикальным ее разрезом (рис. 2).

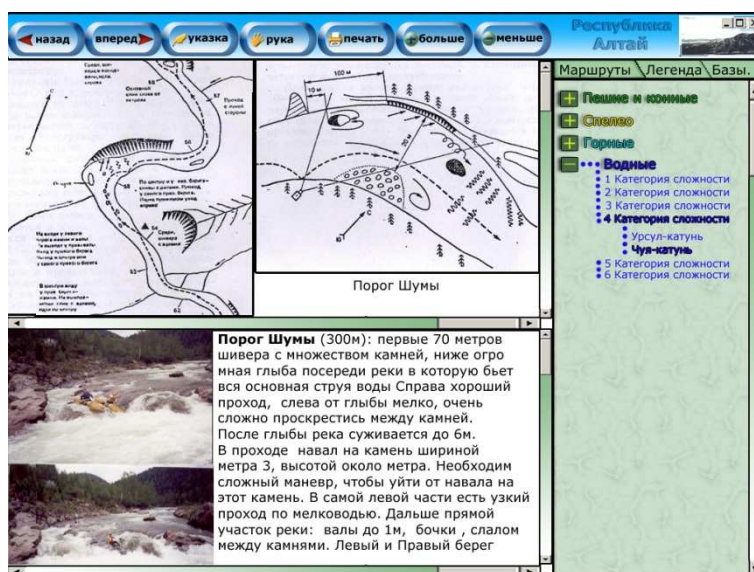


Рис. 1. Туристская лоция, описание и схема опасного участка, фотография порога

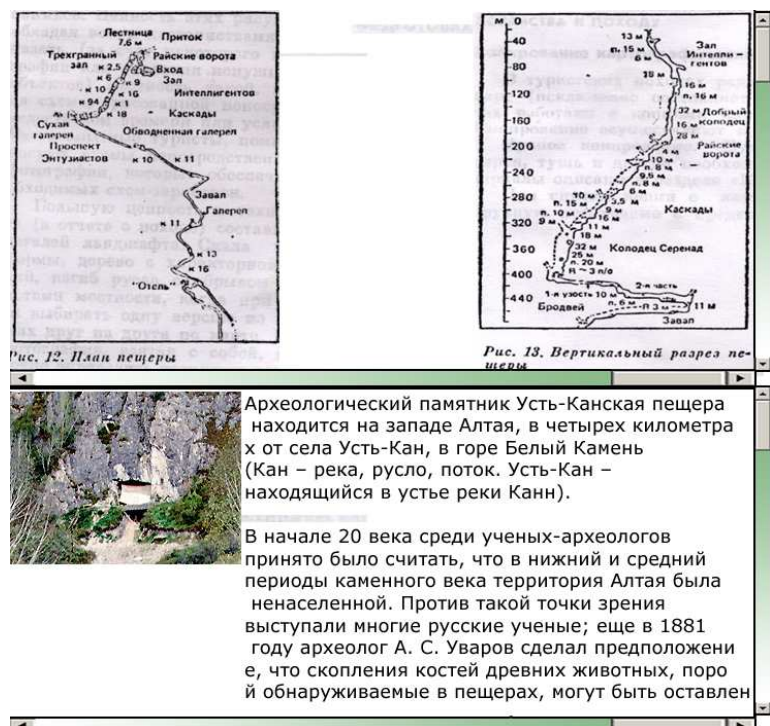


Рис. 2. План пещеры и вертикальный ее разрез, фотография и описание

Разрез для наглядности выполняется в виде непрерывного наклонного хода. Для этого очередной спуск, по которому делается разрез, условно разворачивается в плоскости изображения общего разреза пещеры. Для горных туристов обязательно составляются схемы перевалов, по которым будет проходить маршрут (рис. 3). Составляются они в специальных условных обозначениях, в прямом и обратном направлении движения группы. На схемах перевалов отмечается маршрут группы, время прохождения перевала, места, где можно укрыться от камнепада или лавины, расположение трещин, границы между снегом и скалами, возможный маршрут эвакуации в случае опасности.

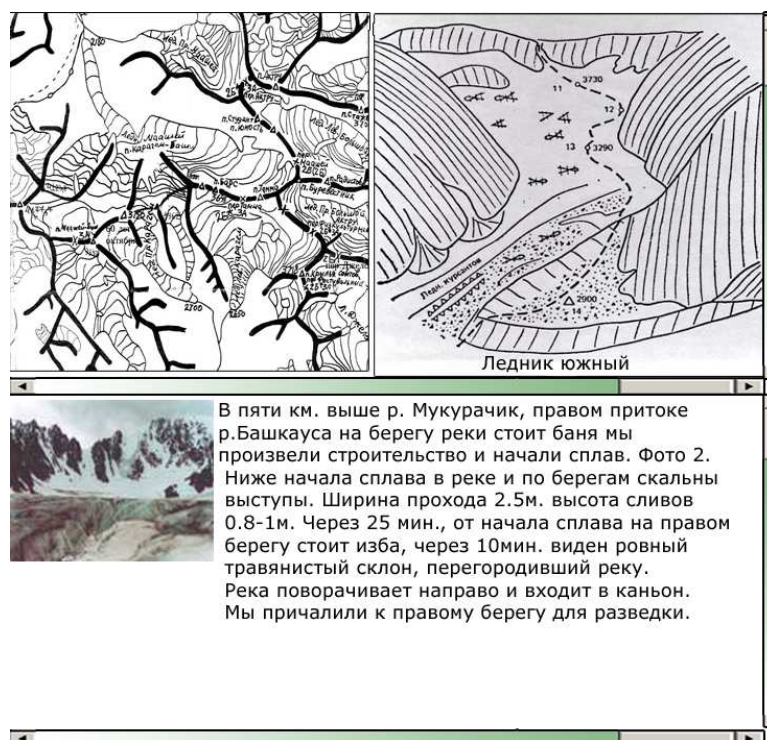


Рис. 3. Схема перевала и его описание

Кроме схем и планов, туристами широко используются фотографии, например при ориентировании. Такие снимки должны производиться с обзорных точек, дающих максимальную информацию о местности. Точка съемки должна быть «привязана» к ходовой карте или схеме. Снимки должны иметь передний план с характерными особенностями и деталями. На самом снимке можно показать (используя даже анимацию) путь группы, а текстом дать пояснения и рекомендации.

С появлением сайта GOOGLE Maps (GOOGLE Earth) каждый пользователь сети может легко и детально увидеть трехмерные изображения на интересующую его территорию с учетом истинного рельефа местности. Этот ресурс отличает простота и доступность, полнота, актуальность данных и конечно, популярность.

Разработав систему обеспечения разного вида туристов специальной картографической информацией в электронном виде, решим проблему противостояния устаревших представлений о характере и предназначении географической информации, с одной стороны, и новых технологий – с другой.

УДК 528.9

А.А. Карацай, А.Г. Санаров, В.П. Ступин

ИрГТУ, Иркутск

ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ К ИЗДАНИЮ ЦИФРОВЫХ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ СРЕДСТВАМИ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

В статье рассмотрены проблемы и опыт адаптации топографических карт, созданных средствами ГИС, к стандартам картографического производства в процессе подготовки карт к изданию.

A.A. Karatsay, A.G. Sanarov, V.P. Stupin

Irkutsk State Technical University (ISTU)

83 Lermontova UI, Irkutsk, Russian Federation

PROBLEMS OF PREPARATION FOR THE EDITION OF DIGITAL TOPOGRAPHICAL MAPS BY MEANS OF GEOINFORMATION SYSTEMS

In the article the problems and experience of adaptation of the topographical maps created by means GIS, to standards of cartographical manufacture during preparation of maps for the edition is considered.

Цифровые топографические карты – источник разносторонней пространственно-временной информации, включающий данные дистанционного зондирования, статистические показатели, множество сведений о природных и социально-экономических объектах. Благодаря высокой точности плановой и высотной основы карт, изучаемые объекты могут быть оценены по множеству показателей: местоположению (координаты), размерам (протяженность, площади, объемы, высоты, глубины), ориентировке (углы наклона), форме (общие очертания, вытянутость, извилистость, кривизна), плотности (густота, концентрация), расчлененности поверхности (общая, вертикальная, горизонтальная). Природно-территориальные комплексы отображаются на топографических картах в разных масштабах, поэтому в зависимости от территориального охвата, детальности и назначения исследований их можно проводить на разных уровнях, соответствующих тем или иным масштабам карт (или их группам) [1].

При выполнении работ на современном производстве необходимо придерживаться требований, предъявляемых нормативными документами, отраслевыми инструкциями и руководствами. Это особенно актуально в области геодезии, картографии и землеустройства, где формы условного отображения объектов местности на карте отрабатывались и устанавливались

долгое время и в большинстве случаев имеют не только межотраслевой, но и международный характер.

Поэтому на первых этапах развития цифровой картографии встал вопрос о соблюдении правил и норм классической картографии. Данная задача усложнилась с появлением постоянно растущих требований к ГИС (послойное деление, жесткое отношение к топологии и т. д.), проблем технического характера (несоответствие экранной цветовой палитры и цветов печати, резкое увеличение объемов файлов при непродуманном использовании графических средств для создания условных знаков и т.д.) и других вопросов, требующих комплексной и серьезной проработки.

Естественно, что с внедрением ГИС технологий у производителей возникло стремление увеличить производительность, уменьшить себестоимость и оправдать тем самым затраты на переоборудование производства. Появилось множество программных продуктов, разработчики которых даже не пытались придерживаться картографических стандартов [2].

В настоящее время существует проблема издания ЦТК хранящихся в федеральном картографо-геодезическом фонде Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии и банке картографических данных ВТУ ГШ. Проблема заключается в том, что использование ЦТК выполнялось и выполняется для органов управления и автоматизированных системах обработки информации и управления специального назначения.

В народно-хозяйственном комплексе ЦТК предназначены для планирования и организации эффективного использования материальных и природных ресурсов страны, анализа социальных процессов, создания и ведение кадастров, мониторинга экологической обстановки, принятия решений в чрезвычайных ситуациях.

Огромный массив хранящихся ЦТК всего масштабного ряда не пригоден для издания в аналоговом виде, т.к. не соответствует требованиям условных знаков и руководящим документам используемых при подготовке к изданию.

В связи с этим возникает задача адаптации ГИС и файл ресурсов, снижения трудоемкости, материалоемкость, временных и экономических затрат за счет применения современных картографических и графических программ и техники для решения этой проблемы.

В соответствии ГОСТами и руководствами по подготовке к изданию аналоговых карт сначала необходимо получить диапозитивы остоного хранения, а затем – тиражный оттиск. К этой цели картографические предприятия и фабрики Роскартографии и ВТУ ГШ идут различными путями. Так, ОАО 475 ВКФ которая в течение 5 лет разрабатывает и внедряет в свое производство технологию подготовку к изданию и издание бумажных карт с ЦТК. При этом были решены следующие задачи:

- Разработана комплексная технология подготовки к изданию ЦТК;
- Разработаны и внедрены в производство файл-ресурсы всех масштабов топографических карт, удовлетворяющие требованиям условных знаков 1983 года;

- Существенно переработаны образцы шрифтов и условных сокращений;
- Разработаны приемы отработки по определенным категориям условных знаков.

Основными программами, используемыми в процессе подготовки к изданию, являются:

- Adobe Photoshop – для редактирования растровых изображений по яркости, контрастности, насыщенности;
- ГИС Карта 2005 – для создания, корректуры и подготовки к изданию ЦТК;
- Adobe Acrobat – для создания расчлененных по слоям изображений и последующего получения с них диапозитивов на фотовыводе.

Развитие геоинформационных систем с точки зрения совершенствования их оформительских и издательских возможностей позволит в дальнейшем готовить издательские оригиналы непосредственно в ГИС, исключив тем самым необходимость передачи данных в издательские программы. Подобные наработки лишь недавно появились в последней версии ГИС “Карта 2008”.

Развитие цифрового картографирования и ГИС-технологий послужило основой для создания целого ряда топографических, тематических, кадастровых и других цифровых карт. За последние годы в нашей стране был создан значительный по объему и тематике цифровой банк данных. Наметившиеся тенденции развития полиграфической отрасли позволяют сделать определенные выводы и о перспективах развития картоиздательской отрасли. Прежде всего, это развитие и совершенствование цифровых технологий печати, тенденция к увеличению красочности изданий, постоянное снижение тиражей (вплоть до печати единичных экземпляров), потребность срочной печати и печати с переменными данными, использование меньших печатных форматов и другие особенности способствуют постепенному сокращению сферы применения офсетной печати и росту объемов цифровой печати. Кроме того, назрел уход от требований к изданию топографических карт в восемь цветов и использования определенных красок; это приведет к уменьшению затрат, увеличит оперативность, издания топографических карт. Необходимо также вести разработки по совершенствованию технологии и программных средств, упрощающих процесс подготовки и издания карт, минуя различные промежуточные процессы и максимально задействовать современные технические средства для решения этих задач.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Верещака, Т.В. Топографические карты. Научные основы содержания [Текст] / Т.В.Верещака // М.: МАИК «Наука / Интерпериодика», 2002. – 319 с.
2. Топографические условные знаки в цифровой картографии. Классификаторы условных знаков” для MICROSTATION. А.Ю. Константинов, Е.А. Журавлев, В.В. Кравцов [Текст] // Геопрофи. – 2003.– № 5. – с.16-18.

© А.А. Карацай, А.Г. Санаров, В.П. Ступин, 2010

УДК 681.883.22

И.Н. Злыгостев, В.М. Грузнов, Б.Г. Титов, А.В. Савлук

ИНГГ СО РАН, Новосибирск

АППАРАТУРА ДЛЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА ВОДОЕМАХ

В ИНГГ СО РАН разработаны и изготовлены опытные образцы малогабаритных многофункциональных инженерных гидролокаторов ИГ-1МС и ИГ-1МП (в стационарной и переносной комплектации), предназначенные для экспрессного обследования загрязненных мелководных водоемов, которые успешно прошли Государственные испытания и внесены в общероссийский классификатор продукции.

Для обеспечения высокого пространственного разрешения в гидролокаторах применена модифицированная схема моноимпульсной локации разработанная в ИНГГ СО РАН.

Малогабаритные инженерные гидролокаторы предназначены для ведения инженерной разведки водных преград при установке на вспомогательных плавающих средствах - лодках, катерах, паромках.

I.N. Zlygostev, V.M. Gruznov, B.G. Titov, A.V. Savluk

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, (IPGG SB RAS),

Pr. Koptysa, 3, 630090, Novosibirsk, RUSSIA

EQUIPMENT FOR ACIDENT RESCUE OPERATIONS ON RESERVOIRS

In IPGG SB RAS prototypes of small-sized multipurpose IG-1MS and IG-1MP engineering hydrolocators (in a stationary and portable configurations) are developed and made. The devices designed for express monitoring of shallow reservoir pollution have passed State testing and are included into the All-Russian classifier of the Products.

A modified circuit of monopulse location developed by IPGG SB RAS is used in the hydrolocators to ensure high spatial resolution.

Small-sized hydrolocators being installed on auxiliary floating crafts -boats, motor boats, ferries- are designed for topographic investigation of water obstacles.

При проведении аварийно-спасательных работ во время устранения чрезвычайных ситуаций, обусловленных стихийными бедствиями, техногенными и экологическими катастрофами в районах, имеющих различные водоемы (реки, зоны наводнения, затопления, озера, болота, акватории портов, котлованы и т.п.), экипажу спасательных групп необходимо оперативно определять безопасные пути эвакуации, места нахождения и проходимость бродов, указывать возможные места установки временных мостов и их

характеристики, места расположения и характер различных естественных и искусственных препятствий и объектов в толще водоема и донных отложениях.

Для решения этих задач необходимо в реальном времени обеспечить получение карт глубины, рельефа дна (включая информацию о механических характеристиках и толщине донных отложений), профилей и скоростей течений, мест расположения и размеров различных объектов в водоемах на месте проведения работ.

Наличие этой информации так же необходимо для оценки экологических и экономических последствий чрезвычайных ситуаций.

При проведении работ следует учитывать следующие неблагоприятные характеристики обследуемых водоёмов:

- Высокую мутность воды, из-за наличия в ней большого количества взвешенных частиц размытого грунта, ила, торфа, газовых пузырьков и т.п.;
- Плавающие в толще воды и препятствующие движению плавсредств навигационные препятствия (притопленные бревна, стволы деревьев, различные части искусственных сооружений),
- Расположенные на дне естественные и искусственные препятствия;
- Пространственные неоднородности воды, обусловленные значительными флуктуациями скорости течения, температуры и плотности.

Комплект аппаратуры, предназначенной для проведения инженерного обследования водоемов, должен обеспечивать получение необходимой информации в полевых условиях, включая твердые копии карт, иметь возможность оперативного монтажа на любых плавающих средствах (моторных катерах, надувных лодках, плотках, плавающих машинах) и автономную систему энергоснабжения от аккумуляторов.

Кроме того, аппаратура должна иметь высокую устойчивость к воздействию внешних факторов окружающей среды и жестким условиям эксплуатации, допускать погружение в воду (без потери работоспособности) и иметь минимальные массогабаритные характеристики, особенно антенной системы.

Для удовлетворения отмеченным выше требованиям комплект приборов для проведения инженерной разведки водоемов, должен иметь в своем составе курсовой гидролокатор, промерный эхолот, измеритель механических характеристик донных отложений, измеритель скорости течения, встроенную навигационную систему, видеоконтрольное устройство и принтер для печати карт.

Для обеспечения требований техники безопасности при проведении работ аварийно-спасательными службами на воде курсовой гидролокатор должен обеспечивать уверенное обнаружение навигационных препятствий с характерными размерами 10 и более сантиметров в створе шириной не менее 20 метров на расстоянии не менее 50 метров. Угловое разрешение при этом должно быть не более 2 градусов. Полученная информация должна передаваться водителю плавающего средства в виде видеок кадров с частотой обновления не менее 10 кадров в секунду.

В ИНГГ СО РАН, по заказу МО РФ, разработаны и изготовлены опытные образцы малогабаритных многофункциональных инженерных гидролокаторов ИГ-1МС и ИГ-1МП (в стационарной и переносной комплектации), которые успешно прошли Государственные испытания, внесены в общероссийский классификатор продукции и приняты на снабжение Инженерных Войск ВС РФ в 2005г..

Для обеспечения высокого пространственного разрешения в гидролокаторах применена модифицированная схема моноимпульсной локации, разработанная в ИНГГ СО РАН.

Малогабаритные инженерные гидролокаторы предназначены для ведения инженерной разведки водных преград с вспомогательных плавсредств - лодок, катеров, паромов.

При ведении инженерной разведки гидролокатор обеспечивает:

- Определение глубины водной преграды, измерение скорости течения, мощности донных отложений и несущей способности донного грунта;
- Обнаружение и определение местоположения и размеров навигационных препятствий, расположенных в толще водной преграды (ВП);
- Обнаружение инородных предметов в донных отложениях;
- Автоматическое составление карты расположения навигационных препятствий и профиля дна в разведываемом створе водных преград с выводом твердой копии.

При обнаружении навигационных препятствий в толще ВП, расположенных ближе установленного значения, оператору подаются световой и звуковой сигналы тревоги.

Для топографической привязки создаваемых карт гидролокаторы имеют встроенные навигационные системы – ИГ-1 МС – GPS приемник, а ИГ-1 МП систему, основанную на интегрировании показаний векторного измерителя скорости течения с учетом направления движения носителя по показаниям гирокомпаса.

Текущая информация представляется водителю плавающего средства на дисплее в виде видеок кадров с частотой 14 раз в секунду.

На стадии технического проектирования гидролокаторов выполнена эргономическая экспертиза человеко-машинного интерфейса.

Основные технические характеристики гидролокаторов приведены в табл.1, общий вид гидролокатора ИГ-1МС на рис. 1. На рис. 3 приведен пример выходной информации (вид экрана дисплея гидролокатора), предоставляемой оператору, при проведении разведки ВП

Таблица 1. Основные технические характеристики

Основные технические характеристики		
Наименование	Гидролокатор ИГ-1МС	Гидролокатор ИГ-1МП
Вес, кг:		
Блок управления	12,1;	5,4
Антенная система	8,5;	6,6
Аккумуляторная батарея	-	3,2
Габаритные размеры, мм::		
Блок управления	385x338x155;	385x340x155;
Антенная система	450x300x250	300x300x250
Аккумуляторная батарея	-	243×106×115
Напряжение питания, В	= 24, бортсеть или аккумулятор	= 12, бортсеть или аккумулятор
Потребляемая мощность, Вт	18	10
Диапазон рабочих температур	минус 40 ... плюс 60 °С	минус 40 ... плюс 60 °С

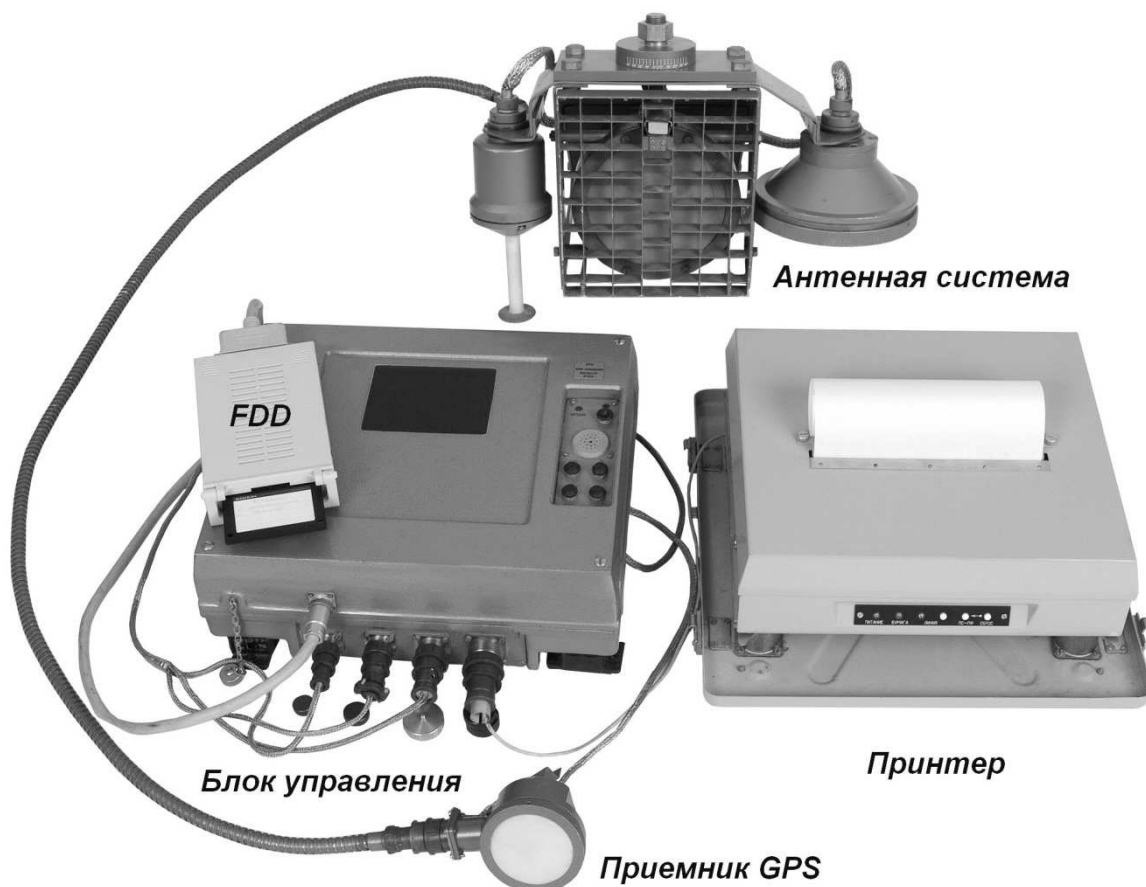


Рис. 1 Общий вид гидролокатора ИГ-1МС

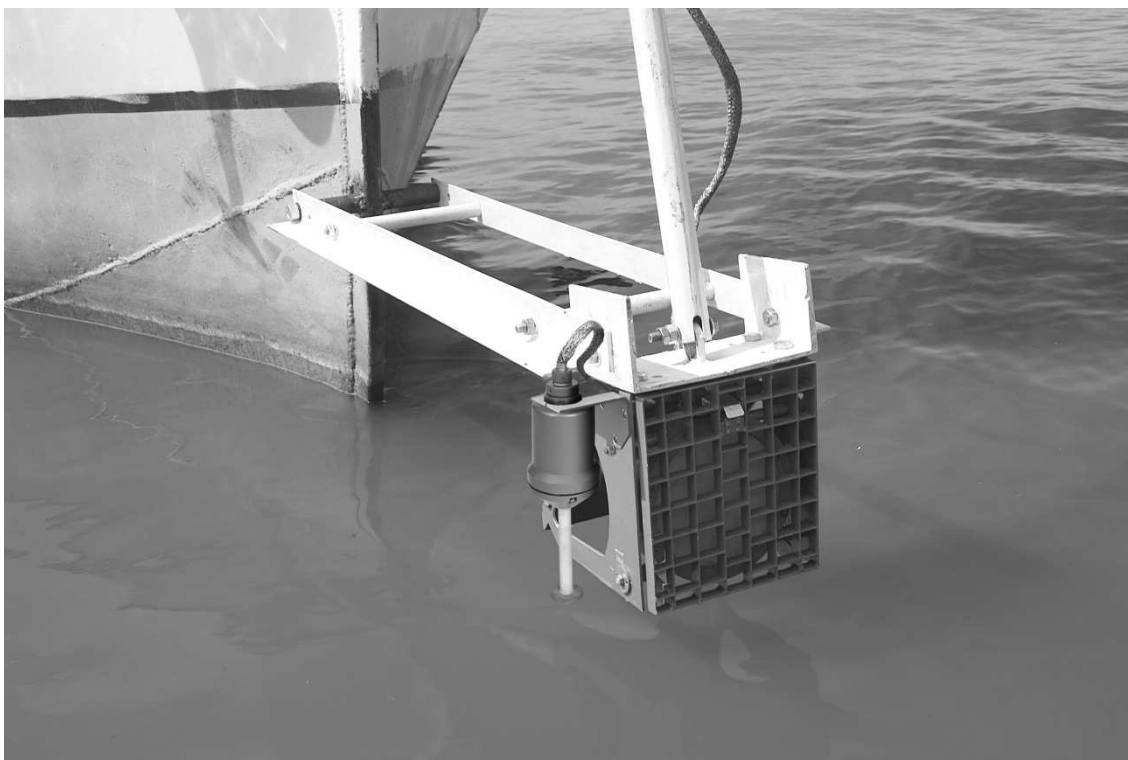


Рис. 2. Монтаж антенной системы гидролокатора на катере

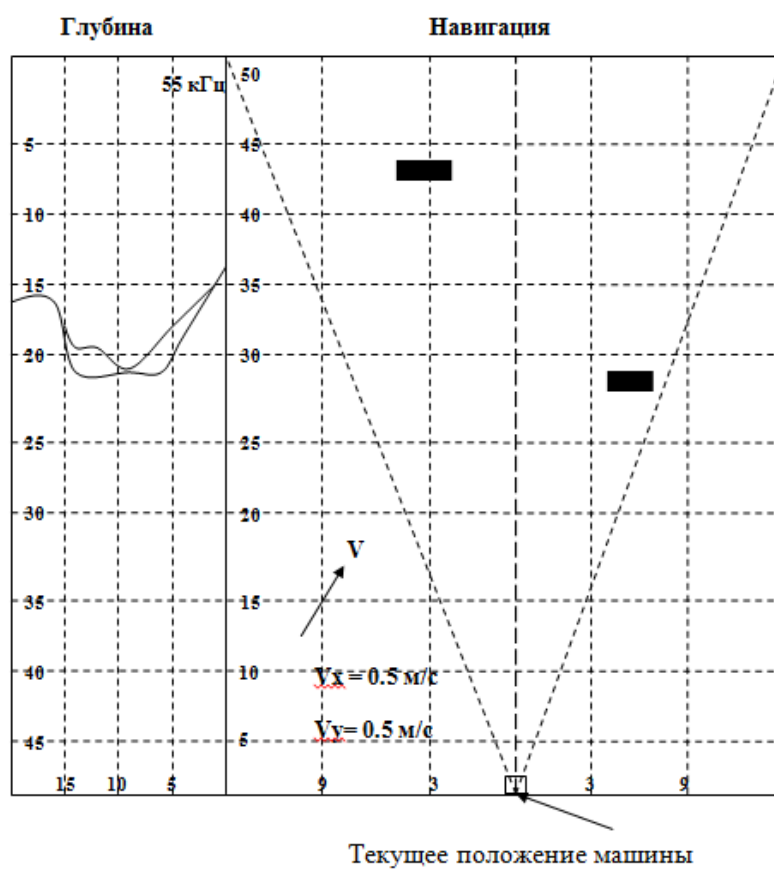


Рис. 3. Видеокادر на экране дисплея гидролокатора при обследовании водоема

УДК 528.9

Т.Е. Елишина

СГГА, Новосибирск

СОЗДАНИЕ КАРТ ДЛЯ ПРОМЫСЛА РЫБЫ И ДИЧИ НА ПРИМЕРЕ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Ресурсы животного мира Новосибирской области достаточно богаты и ценны. Они нуждаются в постоянной заботе, охране и рациональном использовании. Карта для охотников и рыболовов на Новосибирскую область масштаба 1:1000000 может быть использована для оперативного планирования и проведения мероприятий по оценке и охране природных ресурсов области

T.Ye. Yelshina

Siberian State Academy of Geodesy (SSGA)

10 Plakhotnogo UL., Novosibirsk, 630108, Russian Federation

FISHING- AND HUNTING- MAP MAKING BY THE EXAMPLE OF NOBOSIBIRSK REGION

The fauna resources of Novosibirsk region are rich and valuable. They should be taken care of, protected and used rationally. The hunting- and fishing- map of Novosibirsk region, scale 1:1,000,000, may be used for the operational planning and taking measures on the valuation and protection of the regional resources.

Карты подобной тематики сегодня стали весьма популярны у населения. Их можно найти как в атласах, так и в отдельных изданиях. Примером такой карты является карты для охотников и рыболовов. Они относятся к тематическим картам природы и интересны широкому кругу потребителей. Ресурсы животного мира Новосибирской области достаточно богаты и ценны. Они нуждаются в постоянной заботе, охране и рациональном использовании. Карта для охотников и рыболовов на Новосибирскую область может быть использована для оперативного планирования и проведения мероприятий по оценке и охране природных ресурсов области. Что согласуется с комплексным подходом к охране природы территории Сибири и основными принципами межрегиональной политики в области рационального использования природных ресурсов.

Разработка и содержание карты для охотников и рыболовов на Новосибирскую область определялось тем, что карта создана для геопортала. Геопортал, как современное средство визуализации информационно-пространственных данных, позволяет выйти на новый уровень распространения информации.

Информация представлена для широкого круга пользователей сети Интернет. В отличие от традиционных изданий, такая карта имеет ряд существенных преимуществ:

- Содержит большее количество тематической информации;
- Может оперативно дополняться новой информацией по мере её поступления;
- Есть возможность уточнять, исправлять и вносить поправки в содержание в любое время по необходимости;
- Автоматический поиск информации;
- Возможность привязки фотографий, текста, таблиц, графиков к объекту при помощи гиперссылок.

Карта может использоваться в электронном виде, а при необходимости может быть распечатана и использоваться как настольная.

Объектами картографирования на карте являются: особо охраняемые природные территории (заказники), промысловые хозяйства, спортивные охотничьи хозяйства обществ охотников и других организаций, места распространения промысловых зверей, птиц, рыб, птицы и звери, занесенные в Красную книгу и редко встречающиеся на территории Новосибирской области, угодья государственного резервного фонда, угодья закрытые для охоты, участки рек, запрещенные для лова рыбы, "Правила любительского и спортивного рыболовства в водоемах Верхнеобского бассейна", зеленые зоны и зоны отдыха вокруг городов и районных центров. На карте также показаны гостиницы, станции технического обслуживания автомобилей, автозаправочные станции.

Данная карта является новым способом представления картографической информации и отвечает требованиям главной тенденции технологического процесса; получение все больших объемов информации, более оперативная её обработка, максимально наглядное отображение.

© Т.Е. Елишина, 2010

УДК 528.9:004

С.С. Дышлюк, С.А. Сухорукова

СГГА, Новосибирск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Пространственная организация территории страны и ее частей обеспечивает устойчивое функционирование и развитие всех секторов экономики, в первую очередь связанных с использованием земель, формированием инфраструктуры и развитием поселения. В настоящее время самым оптимальным путем создания и представления схем территориального планирования является использование полноценной географической информационной системы.

Sv.S. Dyshluk, Sv.A. Suchorukova

Siberian State Academy of Geodesy (SSGA)

10 Plakhotnogo UL., Novosibirsk, 630108, Russian Federation

GIS-TECHNOLOGIES APPLICATION FOR TERRITORIAL PLANNING

Spatial arrangement of the country territory provides for the sustainable development of all the sectors of economics, primarily those involved in land use, building infrastructure and settlements development. Nowadays the optimal way of establishing and representing the schemes of territorial planning is based on the comprehensive geographic information system.

Российские регионы и города находятся на пути к формированию новых социальных и экономических отношений, и стратегическое территориальное планирование является одним из условий обеспечения успешного реформирования и устойчивого развития.

Пространственное планирование включает в себя генеральную схему пространственного планирования Российской Федерации, схемы территориального планирования регионов, районов, генеральные планы муниципальных образований, крупных территориальных комплексов.

Требуется постоянное совершенствование разрабатываемых программ и проектов на основе постоянного мониторинга процессов, происходящих в субъектах и муниципальных образованиях России.

Территориальное планирование направлено на определение назначения территорий исходя из совокупности социологических, экономических, экологических и иных факторов в целях обеспечения устойчивого развития территорий, развития инженерной, транспортной и социальной инфраструктур. Значительная часть перечисленных факторов носит выраженный

географический характер. Если учесть, что речь идет о территориальном планировании, то все факторы должны рассматриваться с географической точки зрения.

Территориальное планирование в качестве одного из инструментов учета пространственного фактора использует карту.

Картографический анализ конкретен, так как имеет под собой совокупность понятий и категорий и опирается на информацию о взаимном расположении объектов и явлений.

Одним из основных этапов территориального планирования является сбор и анализ исходных данных, результатом чего является комплексная оценка территории, которая направлена на изучение современного состояния и использования территории, выявления негативных и позитивных факторов развития.

Наиболее продуктивным на этом этапе является создание системы картографических документов, комплексно отражающих природный и социально-экономический потенциал региона и содержащих специальные аналитические карты, позволяющие перейти к процессу проектирования.

К числу преимуществ использования карты при разработке региональных комплексных программ следует отнести сравнительную быстроту и эффективность восприятия пространственной информации, удобство осуществления анализа пространственных взаимосвязей, что обуславливается наглядностью отображаемых явлений и процессов и возможностью их дистанционного рассмотрения.

Базой территориальной стратегии региона должны служить утвержденные планы, программы и стратегии социально-экономического развития, которые должны быть подкреплены картографическим материалом.

Одной из основных методических позиций, на которую опирается схема территориального планирования, является использование компьютерных информационных технологий.

Появление компьютерных технологий и, в частности, географических информационных систем (ГИС), качественно изменили ситуацию в территориальном планировании. При этом, ГИС-технологии могут быть эффективно применены для всего ряда документации территориального планирования: от схем территориального планирования страны и субъектов Российской Федерации до проектов планировки.

Большинство современных тендеров на разработку документации по территориальному планированию содержит требование на разработку документации в виде ГИС.

Для создания полноценной ГИС Субъекта необходимо собрать и аккумулировать огромный объем исходных данных с полной информацией об объекте. Сведения о территории субъекта РФ собираются из самых разных государственных и не государственных организаций и структур, работающих в области архитектуры, кадастра, экономики, статистики, природных ресурсов, инженерной и транспортной инфраструктур и многих других.

Так как исходные данные множества организаций, в том числе графические документы, обычно представляются на разных картографических основах и часто в виде схем, именно ГИС-технологии позволяют приводить их к единой картографической основе. Разделы и картографические материалы по отдельным направлениям (природные ресурсы, инженерно-строительные условия, транспорт, административно-территориальное деление, демография, экология, инженерная инфраструктура и т.п.) создаются в цифровом виде, и по существу являются тематическими картографическими и семантическими базами геоинформационной системы.

К наиболее используемым при разработке проектной документации можно отнести различные ГИС-продукты компании ESRI, которые позволяют адаптировать все собранные материалы в единую картографическую среду, свободно работать с любыми электронными данными. Они конвертируются, приводятся к единой или необходимой системе координат и проекции (в том случае если мы имеем картографические данные различных форматов).

Результатом этапа Сбор исходных данных является систематизированная ГИС, содержащая набор слоев, покрытий, шейп-файлов и баз геоданных, отражающих существующее положение территории, ее современное функциональное использование.

С использованием программного обеспечения ESRI в процессе разработки Схемы территориального планирования создается множество тематических картографических материалов. Применение этих компьютерных технологий позволяет представить в многофункциональной ГИС необходимую документацию, систематизированную и классифицированную в доступном виде для ее использования. Одной из важнейших функций ГИС являются данные и средства их пространственного анализа. Среди многих функций ГИС для территориального планирования наиболее важными являются следующие:

- Возможность визуализации разнообразных картографических объектов, передвижение по электронной карте, быстрое получение ответов на вопросы: что это за объект, где он находится, как он называется, что находится рядом с ним;
- Геометрические измерения на карте: длина и площадь отдельного объекта;
- Создание тематических карт и планов (почвенная карта, схема транспортной сети, схема перспективного развития населенного пункта и т.п.), распечатка этих карт на периферийных устройствах;
- Моделирование пространственных процессов с целью получения информации о качественном состоянии территории, а также о динамике развития объектов.

ГИС-технологии позволяют постоянно обновлять и уточнять данные в процессе проектирования. В связи с этим ГИС-технологии также дают возможность пользователю самостоятельно актуализировать информацию, то есть вести реальный мониторинг территориальной деятельности.

Одним из современных методов пространственного планирования стала методика использования космических изображений, важной функцией которых является возможность оперативного получения объективной информации о современном состоянии природной среды и хозяйства изучаемой территории путем создания разнообразных тематических карт (цифровых картографических слоев ГИС), получаемых путем ландшафтного дешифрирования одного и того же снимка.

© С.С. Дышлюк, С.А. Сухорукова, 2010

УДК 004.9

Д.И. Добротворский, Е.А. Куликова, И.А. Пестунов Ю.Н. Синявский
Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск

ВЕБ-СЕРВИСЫ ДЛЯ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ

Описана методика публикации алгоритмов обработки пространственных данных в виде веб-сервисов, удовлетворяющих стандарту WPS (web processing service). Реализован набор алгоритмов обучаемой и автоматической классификации многоспектральных изображений.

D.I. Dobrotvorskiy, E.A. Kulikova, I.A. Pestunov, Yu.N. Sinyavskiy
Institute of Computational Technologies SB RAS
6 acad. Lavrentieva ave., Novosibirsk, 630090, Russian Federation

WEB-SERVICES FOR NONPARAMETRIC CLASSIFICATION OF SATELLITE DATA

Method of publishing spatial data processing algorithms as WPS (Web Processing Service) is described. Set of supervised and unsupervised classification algorithms for multispectral images is implemented.

Введение

Важнейшей составляющей информационного обеспечения современного общества, необходимой для безопасного существования и устойчивого экономического развития любого государства, являются данные дистанционного зондирования (ДДЗ). При исследовании труднодоступных территорий Западной и Восточной Сибири дистанционное зондирование Земли имеет особое значение, потому что ДДЗ – практически единственный источник независимой, объективной и актуальной информации.

В последние годы в области создания и развития средств и технологий дистанционного зондирования Земли наблюдается стремительный прогресс. Пространственное разрешение снимков повысилось до десятков сантиметров, спектральное разрешение – до сотен каналов. Кроме того, с каждым годом растет число запускаемых спутников высокого и сверхвысокого разрешения. Как следствие, лавинообразно растут получаемые объемы данных.

В то же время накоплен достаточно большой объем эмпирической информации об изучаемых объектах и явлениях, размещенной в тематических базах данных, содержащих электронные карты, временные ряды, экспертные знания (представленные в виде логико-вероятностных высказываний) и др.

С другой стороны, сложность современных пакетов обработки пространственных данных, их существенная стоимость и необходимость

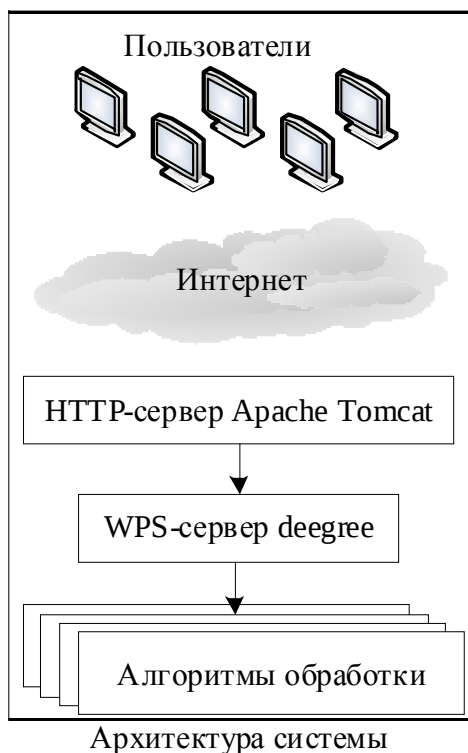
постоянного обновления значительно затрудняют их широкое использование рядовым потребителем.

В настоящее время решение практических задач, связанных с обработкой пространственных данных, производится с помощью традиционных, но, зачастую, устаревших, методов обработки, включенных в состав автономных программных пакетов. Предоставление алгоритмов обработки в виде веб-сервисов позволит пользователям получить доступ к распределенному хранилищу наиболее современных алгоритмов. Такая схема позволит значительно упростить внедрение передовых технологий.

В последние годы активно развивается протокол предоставления сервисов обработки пространственных данных WPS (Web Processing Service)[1], спецификация которого разработана консорциумом OGC. На данный момент существуют программные системы с открытым исходным кодом, предоставляющие инструментарий для реализации WPS-процессов. Использование WPS-процессов конечным пользователем возможно при помощи ГИС-пакетов, в которых реализована поддержка данного протокола. На данный момент к ним относятся открытые ГИС uDig, OpenJUMP и др.; планируется внедрение поддержки WPS в такие пакеты как ArcGIS и QGIS.

Описание системы

Спецификация WPS[1] описывает стандартный интерфейс для публикации процессов обработки геопространственных данных, а также правила поиска и доступа к ним со стороны клиента. Процессом может являться алгоритм или



численная модель, использующая пространственно скоординированные данные. Под публикацией понимается предоставление стандартизированной информации, необходимой для доступа к процессу, и метаданных на естественном языке, позволяющих осуществлять поиск и использование процесса.

Архитектура реализованной системы представлена на рисунке. Реализация выполнена на платформе Java 1.6, что позволило обеспечить платформенную независимость. Ядром системы является WPS-сервер, который создан в рамках проекта deegree[2] и представляет собой веб-приложение, работающее под управлением контейнера сервлетов Apache Tomcat. Он осуществляет интерпретацию входных и выходных данных согласно спецификации протокола WPS и выполняет функции

контейнера для неограниченного числа WPS-процессов.

Для обработки данных с помощью WPS-процесса пользователь вводит в клиентском приложении адрес WPS-сервера, после чего ему предоставляется

список доступных процессов и их описания (метаданные на естественном языке). Выбрав необходимый алгоритм, пользователь указывает значения входных параметров в соответствии со спецификацией протокола WPS. Например, для алгоритмов классификации входными параметрами являются классифицируемое растровое изображение, обучающая выборка (для обучаемых и полуобучаемых алгоритмов), а также набор числовых параметров, специфичных для конкретного алгоритма. Значениями параметров могут быть как данные, находящиеся на компьютере пользователя, так и результаты выполнения запросов к удаленным WPS/WMS/WFS/WCS-серверам [1,3-5]. В этом случае запрос обрабатывается распределенно, без необходимости сохранения промежуточных результатов.

На данный момент в виде WPS-процессов опубликованы четыре эффективных непараметрических алгоритма, созданные в ИВТ СО РАН в рамках различных проектов и грантов. Они позволяют решать широкий круг задач, связанных с распознаванием образов и анализом многоспектральных спутниковых данных. Набор включает алгоритмы кластеризации MeanSC и ССА, а также иерархический классификатор для обработки данных дистанционного зондирования и алгоритм классификации с полуобучением.

Алгоритм кластеризации MeanSC[6]. Алгоритмы кластеризации, реализованные в известных пакетах программ обработки данных дистанционного зондирования (ДДЗ), требуют от пользователя задания ряда параметров, предопределяющих как количество кластеров, так и их форму, размер. На практике пользователи, как правило, не имеют априорной информации, необходимой для выбора этих параметров. Кроме этого, простые математические модели, лежащие в основе этих алгоритмов, не позволяют выделять классы сложной формы, наиболее адекватно отражают реальные данные. Указанные недостатки часто приводят к неудовлетворительным результатам кластеризации.

Выходом из этой ситуации является непараметрический подход. При этом подходе предполагается, что выборочное пространство данных есть множество реализаций случайной величины, плотность распределения которой неизвестна. Локальные моды этой плотности соответствуют центрам классов, а ее «овраги» определяют границы разделения кластеров.

Реализованный алгоритм разработан с учетом особенностей ДДЗ (большой объем данных, ограниченность диапазонов спектральных яркостей и т.п.). В соответствии с ним в пространстве признаков формируется сеточная структура, затем, с помощью процедуры «среднего сдвига», порождается естественное разбиение выборки на кластеры.

Алгоритм кластеризации ССА[7,8]. Основным недостатком непараметрических алгоритмов является высокая вычислительная сложность. Одним из наиболее эффективных способов повышения быстродействия, активно развиваемым в последние годы, является переход от кластеризации отдельных объектов к обработке элементов сеточной структуры (так называемый сеточный подход). Такие алгоритмы позволяют выделять классы сложной формы, однако они не всегда обеспечивают требуемое качество

результатов при выделении классов, характеризующихся многомодовой плотностью распределения.

Реализованный алгоритм разработан в рамках комбинации плотностного и сеточного подходов и позволяет выделять многомодовые классы сложной формы. Варьирование значения специального параметра позволяет получать результаты различной степени подробности. Быстродействие алгоритма позволяет проводить обработку данных в диалоговом режиме.

Непараметрический иерархический классификатор[9]. Традиционный подход к построению непараметрических правил классификации, основанных на оценках Розенблатта – Парзена, заключается в подстановке в байесовское решающее правило вместо неизвестных вероятностных характеристик классов соответствующих им оценок, полученных по обучающим выборкам. Вычисление таких оценок является трудоемкой операцией. Для повышения ее производительности применяется переход к пространству признаков меньшей размерности. Существуют эффективные (в смысле вероятности ошибки классификации) методы извлечения информативных признаков, обеспечивающие хорошие результаты в двухклассовом случае, но с ростом числа классов информативность выделяемых признаков существенно снижается.

Реализованный алгоритм обеспечивает хорошие результаты как в двухклассовом, так и в многоклассовом случае за счет того, что решение общей задачи сводится к решению нескольких задач с меньшим числом классов благодаря введению иерархии классов. Для каждой подзадачи определяется соответствующий набор информативных признаков.

Алгоритм классификации с полубучением[10]. В задачах обучаемой классификации аэрокосмических изображений процесс получения обучающей выборки (помеченных данных), необходимой для построения решающего правила, зачастую связан со значительными материальными и временными затратами. Поэтому на практике обучающая выборка, как правило, имеется лишь для интересующих пользователя классов и при этом является непредставительной.

В то же время при классификации изображений всегда доступен большой объем непомеченных данных. В этих условиях для расширения обучающей выборки можно использовать методы классификации с полубучением. Они позволяют использовать информацию о плотности распределения, содержащуюся в непомеченных данных.

Реализованный алгоритм позволяет получить представительную обучающую выборку из исходной обучающей выборки на основе анализа непомеченных данных. В результате получается выборка, достаточная для применения алгоритма классификации с обучением (в данном случае использован классификатор Розенблатта – Парзена с нормальным ядром).

Заключение

В работе описана методика публикации методов обработки пространственных данных в виде веб-сервисов. Она позволяет обеспечить широкому кругу потенциальных пользователей доступ к хранилищу

современных наукоемких алгоритмов и вычислительным ресурсам, необходимым для оперативной обработки больших объемов информации.

На основе программных продуктов с открытым исходным кодом создан проект, в рамках которого реализованы четыре эффективных непараметрических алгоритма, разработанные в ИВТ СО РАН и позволяющие решать широкий круг задач, связанных с распознаванием образов и анализом многоспектральных спутниковых данных. Данный проект может являться платформой для внедрения алгоритмов обработки пространственных данных.

В дальнейшем планируется расширение набора поддерживаемых форматов входных и выходных данных для повышения совместимости с популярными ГИС, а также улучшение реализованных и интеграция новых алгоритмов обработки.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант №09-07-12087-офи_м) и мэрии г. Новосибирска (грант №09-09).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Web Processing Service Specification (2010) [Electronic resource] – Англ. – Режим доступа: <http://www.opengeospatial.org/standards/wps>
2. Проект deegree [Electronic resource] – Англ. – Режим доступа: <http://www.deegree.org>
3. Web Map Service Specification (2010) [Electronic resource] – Англ. – Режим доступа: <http://www.opengeospatial.org/standards/wms>
4. Web Feature Service Specification (2010) [Electronic resource] – Англ. – Режим доступа: <http://www.opengeospatial.org/standards/wfs>
5. Web Coverage Service Specification (2010) [Electronic resource] – Англ. – Режим доступа: <http://www.opengeospatial.org/standards/wcs>
6. Пестунов, И. А., Синявский, Ю. Н. Непараметрический алгоритм кластеризации данных дистанционного зондирования на основе grid-подхода [Текст]/ И.А. Пестунов, Ю.Н.Синявский// Автометрия. – 2006. – Т. 42, № 2. – С. 90-99.
7. Куликова, Е.А., Пестунов, И.А., Синявский, Ю.Н. Непараметрический алгоритм кластеризации для обработки больших массивов данных [Текст]/ Е.А. Куликова, И.А. Пестунов, Ю.Н. Синявский// XIV Всерос. конф. «Математические методы распознавания образов», г.Москва, 21-26 сентября 2009 года: Сборник трудов. / МАКС Пресс. – М., 2009. – С.149-152.
8. Пестунов, И.А., Куликова, Е.А., Бериков, В.Б., Махатков, И.Д. Сеточный алгоритм кластеризации с использованием ансамблевого подхода к принятию решений [Текст]/ И.А. Пестунов, Е.А. Куликова, В.Б. Бериков, И.Д. Махатков// Горный информационно-аналитический бюллетень. – Сер.: Отдельный вып. «Кузбасс 2». – 2009. – С. 52-64.
9. Пестунов, И.А., Добротворский, Д.И., Синявский, Ю.Н. Классификация больших массивов данных в условиях малой априорной информации [Текст]/ И.А. Пестунов, Д.И. Добротворский, Ю.Н. Синявский// Вычисл. технологии. – 2007. – Т. 12, спецвыпуск4.– С.50-58.

10. Куликова, Е.А., Пестунов, И.А. Классификация с полубучением в задачах обработки многоспектральных изображений[Текст]/ Е.А. Куликова, И.А. Пестунов// Вычисл. технологии. – 2008.– Т.13. – Вестн. КазНУ им. Аль-Фараби. – Сер.: Математика, механика, информатика. – 2008. – №3(58). – Совместный вып. – Ч.II. – С. 284-291.

© Д.И. Добротворский, Е.А. Куликова, И.А. Пестунов,
Ю.Н. Синявский, 2010

УДК 528.7

А.Я. Гиенко

Красноярский Научный Центр СО РАН, Красноярск

Г.А. Гиенко

Университет Аляски, Анкоридж, США

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ГЕОГРАФО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИАНГАРЬЯ

В статье рассматриваются различные аспекты использования космических материалов для выполнения географо-экологических исследований регионального масштаба в Приангарье.

A.Ya. Gienko

Krasnoyarsk Scientific Center, RAS, Krasnoyarsk

G.A. Gienko

University of Alaska Anchorage, USA

GEOINFORMATICS FOR GEO-ECOLOGICAL REGIONAL MONITORING IN PRIANGARIE

This paper discusses several aspects of geo-information and remote sensing technologies for regional-scale geo-ecological studies in Priangarie.

Приангарье благодаря большому природно-ресурсному и гидроэнергопромышленному потенциалам в последние десятилетия твердо удерживает ведущие позиции в экономике Восточной Сибири. Авария на Саяно-Шушенской ГЭС значительно повысила значение гидроэнергетики в Ангаро-Енисейском регионе, предопределила необходимость ускоренного завершения строительства Богучанского гидроузла и формирование новой промышленной зоны в Нижнем Приангарье. В природопользовании региона все более возрастает роль техногенной составляющей, поэтому необходимо учитывать возможные технологические, социальные и экологические риски, которые могут оказать отрицательное влияние на состояние среды и здоровье человека.

Многие экологические проблемы в Приангарье имеют региональный характер. Прежде всего, это состояние Ангары: индекс загрязнения воды в ней значительно превышает допустимую величину (Шпейзер и др., 2000), снижение этого показателя в обозримом будущем проблематично. В результате масштабных промышленных рубок лесные ресурсы левобережья Ангары истощены, русла и берега многих рек, по которым производился молевой сплав леса в конце прошлого века, все еще загрязнены гниющей древесиной. Большое

ее количество разбросано на площадях вырубок, в местах временного складирования леса, вдоль лесовозных дорог, на берегах созданного каскада водохранилищ. Район лесозаготовок постепенно перемещается на междуречье Ангары и Подкаменной Тунгуски (рис. 1), и после ввода в эксплуатацию Богучанской ГЭС и крупных предприятий лесопромышленного комплекса в Нижнем Приангарье леса правобережья будут интенсивно осваиваться. В соответствии с инвестиционным проектом комплексного развития Нижнего Приангарья проектируется строительство ряда крупных объектов: металлургических

заводов на базе Тагарского железнорудного и Горевского свинцово-цинкового месторождений, ряда крупных предприятий нефтехимического комплекса и др. Таким образом, потребуются более взвешенный учет экологической составляющей природопользования, которая может выступать в качестве лимитирующего фактора экономического развития этой обширной территории. В ближайшие годы следует ожидать усиления темпов регрессивной динамики экосистем региона за счет интенсификации природопользования и развития экономики Нижнего Приангарья. В связи с этим возрастает роль геоинформационных технологий, позволяющих отслеживать географо-экологическую ситуацию с целью оперативного контроля за состоянием природной среды и принятия необходимых природоохранных управленческих решений.

Геоинформационные технологии базируются на различных методах получения и обработки геопространственных данных. В географо-экологических исследованиях геопространственные данные используются в качестве информации об окружающей природной среде и степени ее нарушенности. Дистанционные изображения и карты уже давно применяются для получения разносторонней информации о местности, в том числе о преобразованиях природного ландшафта, связанных с антропогенным фактором (Дистанционные..., 1988; Берлянт, 1986). Данные, полученные на основе картографических и аэрокосмических методов исследования, характеризуются комплексностью, высокой достоверностью, они объективно отражают состояние местности на определенное время. При использовании разновременных материалов появляется возможность анализа динамики

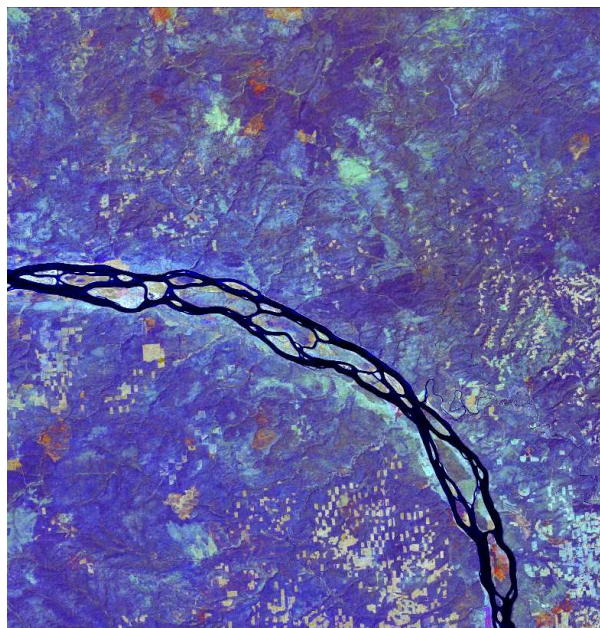


Рис. 1. Районы лесозаготовок постепенно распространяются к северу от Ангары

географической среды и, следовательно, прогнозирования её будущего состояния.

Идеология дистанционно-картографического метода предусматривает возможность сопряженного анализа двух принципиально разных моделей – снимка и карты. Снимок представляет собой интегральный срез ландшафта, а карта - дифференцированный, всегда неполный. Эти две модели, построенные по разным схемам абстрагирования, в процессе сопряженного исследования могут дать выход на повторное использование информационных полей снимка и карты.

Одним из конечных продуктов технологического процесса обработки дистанционных данных является расшифрованный снимок. На снимке отображается генерализованная информация о местности в непривычной для восприятия проекции, близкой к ортогональной. Космические снимки, применяемые в региональных географических исследованиях, обычно среднего и мелкого масштаба, поэтому для дешифрирования природных объектов, явлений и процессов используются преимущественно косвенные признаки дешифрирования, оперирование которыми требует выполнения ряда логических операций, раскрывающих существующие в природе взаимосвязи и взаимообусловленности. Таким образом, при работе со снимками приходится оперировать материалом, характеристики которого обусловлены комплексом сцепленных между собой физических (природных) и технических условий съемки, а также учитывать особенности природы территории и данные о нарушенности среды. От полноты учета этих факторов во многом зависит результативность тематической расшифровки снимков.

Современные геотехнологии позволяют корректно сравнивать разновременные и разнотипные картографические и аэрокосмические материалы, что имеет большое значение для мониторинга окружающей среды. Региональные дистанционные исследования опираются на данные, полученные на эталонных участках контактным способом (прямое наблюдение, измерение, анализ проб и т.д.). От количества таких пунктов и их расположения, а также от степени использования имеющихся карт и космических снимков во многом зависит детальность проработки поставленных задач.

Технологическая схема системного анализа имеющейся информации о состоянии и динамике природных и социальных систем Приангарья и вновь получаемых данных по материалам разновременной дистанционной съемки включает следующие блоки сбора и обработки данных.

А. Фактический материал: опубликованные, ведомственные и экспедиционные данные о регионе (литература, материалы картографического значения, статистические данные, полевые отчеты, сведения об охране среды и экологических рисках, оригинальные материалы дистанционного зондирования).

В. Обработка материалов дистанционного зондирования по специально разработанной программе машинно-визуальной или (в перспективе) полностью автоматизированной интерпретации снимков, т.е. их тематическая расшифровка.

С. Обобщение собранного материала на основе системного (комплексного) подхода.

Д. Оценка динамики природно-социальных систем по выбранным критериям.

Е. Обоснование мер по рациональному природопользованию с учетом интересов населения и будущих поколений.

Технологии сбора геопространственных данных предлагают широкий выбор материалов для проведения мониторинга географо-экологических систем различного уровня. Выбор пространственного, временного, спектрального и радиометрического разрешения для решения конкретной задачи достаточно часто определяет эффективность использования этих материалов в том или ином проекте. Материалы, полученные съемочными системами среднего разрешения в видимом диапазоне спектра, например Landsat, уже давно и успешно используются при проведении различных исследований. Получаемые с 1972 года, снимки Landsat составляют основу многих проектов, связанных с мониторингом изменения окружающей среды. Современные системы среднего разрешения (Ali, Aster, и другие) предлагают улучшенные спектральные, пространственные и радиометрические характеристики, однако не решают основной проблемы мониторинга регионального уровня - достаточно продолжительный временной интервал получения снимков. Временной интервал получения снимков определяется несколькими факторами, в первую очередь временем прохождения спутником одного цикла на орбите и направлением оптической оси съемочной системы. Системы с вертикальной направленностью оптической оси (например, Landsat) получают изображения одной и той же части земной поверхности с интервалом 16-18 дней. Системы высокого разрешения (SPOT, Ikonos, QuickBird, GeoEye, и другие) с наклоном оптической оси частично позволяют решить эту проблему и сократить интервал получения изображений до 2-5 дней, однако высокое пространственное разрешение (0.41м-1.0м), не всегда необходимое для мониторинга регионального уровня и определяющее высокую стоимость материалов, является существенным ограничивающим фактором мониторинга, в котором площади покрытия могут составлять десятки тысяч квадратных километров.

Другим ограничивающим фактором оперативного регионального мониторинга с использованием пассивных оптических съемочных систем является облачность. Системы активного типа, работающие в микроволновой области спектра, способны формировать изображения земной поверхности, покрытой сплошным облачным покровом, однако такие радиолокационные изображения имеют совершенно другую природу. Оптические системы позволяют регистрировать электромагнитную энергию в узких зонах спектра и формировать многоспектральные изображения с большим количеством спектральных каналов (вплоть до нескольких сотен в гиперспектральных сканерах), что позволяет выполнять автоматическую классификацию изображений на основе анализа спектральных кривых. Радиолокационные системы, как правило, ограничены одной-двумя длинами волн и поэтому классификация на основе спектральных кривых невозможна (использование компонент изображения с вертикальной и горизонтальной поляризацией не

является полноценной заменой многоспектральных откликов и не решает проблему принципиально). С другой стороны, визуальная интерпретация радиолокационных изображений требует совершенно других навыков, нежели интерпретация оптических изображений.

Как уже отмечалось выше, в региональных системах мониторинга целесообразно использовать оптические системы среднего пространственного разрешения. С другой стороны, кроме способности получать радиолокационные изображения при любых погодных условиях и даже ночью, современные радары имеют достаточно высокое разрешение при сравнительно невысокой стоимости (TerraSAR-X и другие). Кроме того, системы интерференционного типа (IfSAR) позволяют формировать цифровые модели рельефа снимаемой поверхности с очень высоким разрешением. В этой связи представляется интересным изучение возможности совместного использования материалов оптической и радиолокационной съемок, в частности повышения пространственного разрешения оптических снимков путем слияния с радиолокационными изображениями (image fusion, pansharpening). К примеру, радиолокационные изображения NEXTMaP с разрешением 1.25 м и 0.65 м (компания Intermap, США), или GeoSAR с разрешением 1 м (Furgo, Нидерланды-США) могут быть обработаны совместно с космическими снимками RapidEye (Германия) с разрешением 5 м. Интересной особенностью этой системы является то, что космические снимки получаются с пяти спутников, выведенных на одну орбиту, и следующих друг за другом с интервалом 20 минут, что позволяет сократить интервал получения изображений вертикальной камерой в пять раз (до 3-5 дней), а при программируемом наклоне оптической оси изображения одного и того же участка местности теоретически могут быть получены с интервалом в 20 минут.

Радиолокационные системы так же широко используются для получения цифровых моделей рельефа. Большинство систем используют одну длину волны (TerraSAR-X, Intermap, и др.), однако довольно перспективным является использование двухволновых систем. Компания Furgo EarthData предлагает изображения GeoSAR, синхронно полученные с одного носителя в двух диапазонах с длинами волн 3 см (X-band) и 85 см (P-band) и пространственным разрешением 3 и 5 метров соответственно (рис. 2). Такие системы позволяют получать одновременно две цифровые модели: поверхность первого отклика (кроны деревьев и другой растительности) и непосредственно поверхность земли, что позволяет не только эффективно дифференцировать растительность и подстилающую поверхность, но и определять различные характеристики растительности, объем биомассы и прочее.

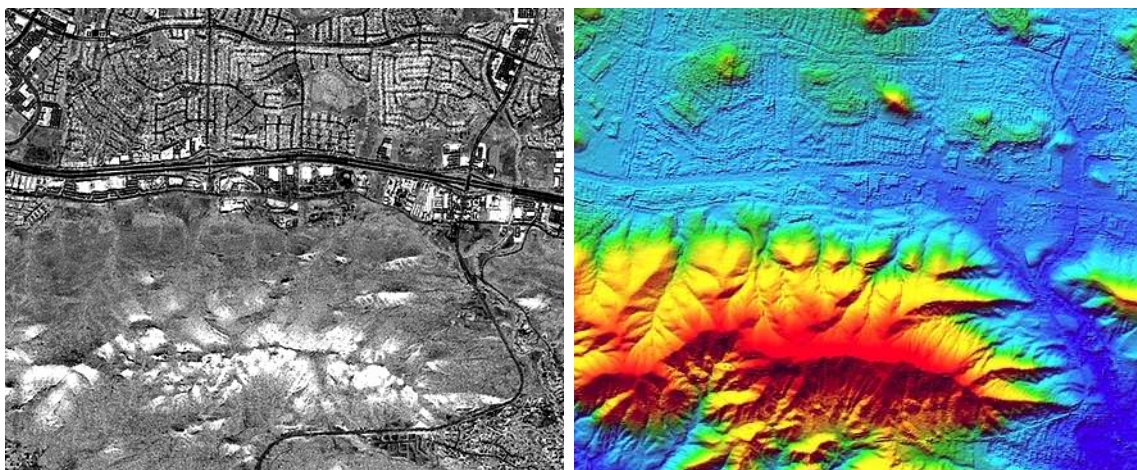


Рис. 2. Радиолокационное изображение GeoSAR X-band и соответствующая цифровая модель рельефа [4]

Еще совсем недавно ограниченный доступ к материалам космических съемок был одним из основных факторов, существенно затрудняющих проведение полноценного природоохранного картографирования. Сегодняшний арсенал технических средств в большей степени решает эту проблему, предоставляя существенно более широкие возможности для выполнения широкомасштабных работ по мониторингу объектов регионального уровня.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шпейзер Г.М., Дедова Л.И., Дюберг В.М и др. Водноэкологический мониторинг и качество вод реки Ангары/Состояние Ангары//Материалы 1-го научно-методического семинара «Состояние р. Ангары и пути управления использованием ресурсов и их качеством». 8-9 октября 1998 г., Иркутск. Научный редактор: д.г.н. Л.М. Корытный. Второе издание. М.: Московский общественный научный фонд, 2000. 200 с. (русс./англ. яз.).
2. Дистанционные исследования Сибири/ Воробьев В.В., Казначеев В.П., Гительзон И.И. и др. Новосибирск: Наука, 1988. 160 с.
3. Берлянт А.М. Образ пространства: карта и информация. М.: Мысль, 1986. 240 с.
4. GeoSAR: Furgo corporate materials. <http://www.fugro.com/survey/geospatial/>
5. NEXTMap: Intermap corporate materials. <http://www.intermap.com/>
6. RapidEye: corporate materials. <http://www.rapideye.de/>

© А.Я. Гиенко, Г.А. Гиенко, 2010

УДК 528.94

В.Е. Гагин, Н.В. Котельникова, Б.Н. Олзоев, Л.А. Пластинин
ИрГТУ, Иркутск

К ПРОГРАММЕ СОЗДАНИЯ РЕКРЕАЦИОННО-ТУРИСТСКОЙ КАРТЫ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ

В статье рассмотрены рекреационно-туристическая привлекательность территории, природно-ландшафтные условия для создания карт рекреационно-туристической направленности, представлен опыт создания электронных карт для туристско-рекреационной деятельности, ее территориальной организации на основе геоинформационного анализа данных о туристско-рекреационном потенциале административно-территориальных образований разного уровня.

V.E. Gagin, N.V. Kotelnikova, B.N. Olzoev, L.A. Plastinin
Irkutsk State Technical University (ISTU)
83 Lermontova UI, Irkutsk, Russian Federation

TO THE PROGRAM OF CREATION RECREATION AND TOURISM OF THE MAP OF REPUBLIC BURYATIYA

In article recreation and tourist appeal of territory, nature-landscape conditions to creation of maps of a recreation and tourist orientation are considered, experience of creation of electronic maps for tourism and recreational activity, its territorial organization is submitted on the basis of the geoinformation analysis of the data on tourism recreational potential of administrative and territorial formations of a different level.

В Байкальском регионе на протяжении многих лет приоритетным направлением в рекреационном развитии территории является туризм.

Республика Бурятия, входящая в состав Байкальского региона, находится на перекрестке путей, связывающих европейские и восточные регионы России, а также Россию со странами Азиатско-Тихоокеанского региона, прежде всего с Монголией и Китаем.

По своим туристским активам республика является одним из наиболее конкурентноспособных регионов России. К ареалам высокого рекреационного потенциала относится 45,6 % территории республики. Озеро Байкал – участок мирового природного наследия ЮНЕСКО, 60% побережья которого находится на территории Бурятии, является лидером экологического туризма. Развита сеть заповедников и национальных парков. Богата республика многочисленными источниками минеральных и термальных вод, залежами лечебных грязей. На территории республики расположены горные массивы, пригодные для организации горнолыжных курортов любого уровня.

Богатое историко-культурное наследие региона воплощено в разнообразных и уникальных памятниках культуры и археологии, музейных экспозициях, фольклоре, быте местного населения. В Бурятии мирно сосуществуют традиции буддизма, православия, шаманизма. Культура старообрядцев Забайкалья признана ЮНЕСКО шедевром устного и нематериального наследия человечества. В городах Улан-Удэ и Кяхта сохранены памятники вековых торгово-экономических отношений с Китаем и Монголией.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 3 февраля 2007 г. №68 на территории муниципального образования «Прибайкальский район Бурятии» создана особая экономическая зона туристско-рекреационного типа «Байкальская гавань», которая позиционируется центром туризма на востоке России, ключевое туристское направление и объект трансграничного маршрута «Восточное кольцо» для стран Северо-Восточной Азии.

Становится очевидным, что развитию туризма и рекреации должна предшествовать информационная подготовка территории к хозяйственному использованию. Поэтому для управления рекреационной деятельностью особое значение приобретают компьютерные карты, разрабатываемые на основе методов ГИС-технологий, что позволяет оперативно представлять информацию в виде как аналитических информационных слоев, блоков, так и подсистем (структур), выделяемых по способу взаимодействия и взаимоотношений элементарных объектов и факторов, соответствующих базовой теоретической модели [1,2].

Применение ГИС-технологий в картографировании рекреационно-туристских ресурсов, сферы рекреационно-туристского обслуживания, наиболее полно отвечает требованиям территориального планирования и управления развитием туризма.

Информация, представленная в виде карты, наиболее полно отражает проблемы территориального планирования и развития туризма, служит основой принятия решений по управлению имеющимися рекреационными ресурсами, повышает объективность принимаемых решений при разработке политики по развитию туризма на региональном, районном и местном уровнях.

При создании карт туристско-рекреационной направленности возникает необходимость проведения анализа природно-ландшафтных условий, т.к. каждый из типов ландшафтов, обладая рядом характерных свойств (характер растительности, рельефа, условия увлажнения, эстетическая привлекательность, комфортность, устойчивость к рекреационным нагрузкам), располагает к развитию того или иного вида рекреационной деятельности [3,4].

Ландшафты гольцового и подгольцового поясе, приуроченные к вершинам и склонам Восточного Саяна, хребтам Станового нагорья, Баргузинскому, Икатскому, Хамар-Дабан, характеризуются наличием уникальных природных объектов (ледников многолетних снежников в глубоких карах), их пейзажная привлекательность и труднодоступность определяют высокую значимость для спортивного горного и природно-познавательного туризма.

Благоприятные условия для развития летнего и зимнего спортивного пешего и лыжного туризма средней и высокой категории сложности имеют среднегорные таежные ландшафты. Часто встречающиеся скальные обнажения, водопады, участки узких долин рек создают живописные ландшафтные ансамбли.

Низкогорные таежные ландшафты наиболее привлекательны с точки зрения организации спортивного пешего и лыжного туризма средней и низкой категории сложности. Возможна организация маршрутов оздоровительного туризма с умеренными физическими нагрузками в сочетании с прогулочно-промысловым отдыхом, любительской охотой и рыбной ловлей. В ряде мест низкобортные плато пересекаются маршрутами автотуристов с небольшими временными стоянками.

Подтаежные комплексы, в которых распространены светлохвойные сосновые, лиственничные и смешанные леса, характеризуются умеренно расчлененным рельефом, высоким видовым разнообразием биотических элементов. Эти комплексы обладают наиболее высокой степенью комфортности для человека, что позволяет оценить их как высоко значимые для стационарного оздоровительного отдыха в сочетании с промысловыми занятиями.

Группа степных ландшафтов заслуживает особого внимания. С длительной историей хозяйственного освоения степей связано наличие здесь огромного количества археологических и культовых объектов. Для открытых безлесных пространств характерен хороший обзор окружающих горных хребтов. В связи с этим ландшафты котловин обладают уникальными эстетическими свойствами. При этом они отличаются пониженной комфортностью из-за незащищенности от ветров и избыточной инсоляции. Достаточно выровненный рельеф создает условия для передвижения автотранспорта. Потенциал использования степных природных комплексов: авто-, мото-, и велотуризм, кемпинговый отдых, историко- и природно-познавательный туризм.

Пространственный анализ размещения по территории республики особо охраняемых природных территорий, уникальных природных объектов и памятников природы, минеральных и термальных источников позволяет считать, что объектом притяжения рекреационной деятельности выступает оз. Байкал, которое выполняет функцию ресурсного ядра рекреационной системы.

На восточном побережье оз. Байкал благодаря природно-ландшафтным и бальнеологическим ресурсам развивается экологический и спортивный туризм, автотуризм, лечебно-оздоровительный отдых. Главные туристические объекты - полуостров Святой Нос, Баргузинский и Чивыркуйский заливы, входящие в Забайкальский национальный парк. Большое число отдыхающих принимают учреждения отдыха в рекреационной местности Максимиха. В Прибайкальском районе располагаются курортная местность Горячинск и место массового отдыха — оз. Котокель. В Кабанском районе интерес для туристов представляют дельта р. Селенга, заливы Посольский Сор и Провал, рекреационные местности местного значения: «Лемасово», «Байкальский прибой», «Култушная».

Северное побережье Байкала обладает нетронутой природой и лечебными минеральными источниками. Место впадения в Байкал р. Верхняя Ангара привлекает живописными пейзажами, великолепными условиями для пляжного отдыха и любительского рыболовства.

Кроме этого можно выделить центры, обладающие значительным историко-культурным и духовно-религиозным наследием. Иволгинский район и пос. Иволга, расположенный на небольшом расстоянии от столицы Республики Бурятия - г. Улан-Удэ, известны как центры буддистской культуры в России.

Таким образом, наиболее значительные рекреационные ресурсы находятся в границах 14 административных единиц: прибрежная зона озера Байкал - Баргузинский, Кабанский, Прибайкальский, Северо-Байкальский районы, г. Северобайкальск; горные и курортные районы - Тункинский, Окинский, Курумканский районы; историко-культурные районы – города Улан-Удэ и Кяхта, Мухоршибирский, Тарбагатайский, Иволгинский, Хоринский районы (рис. 1).

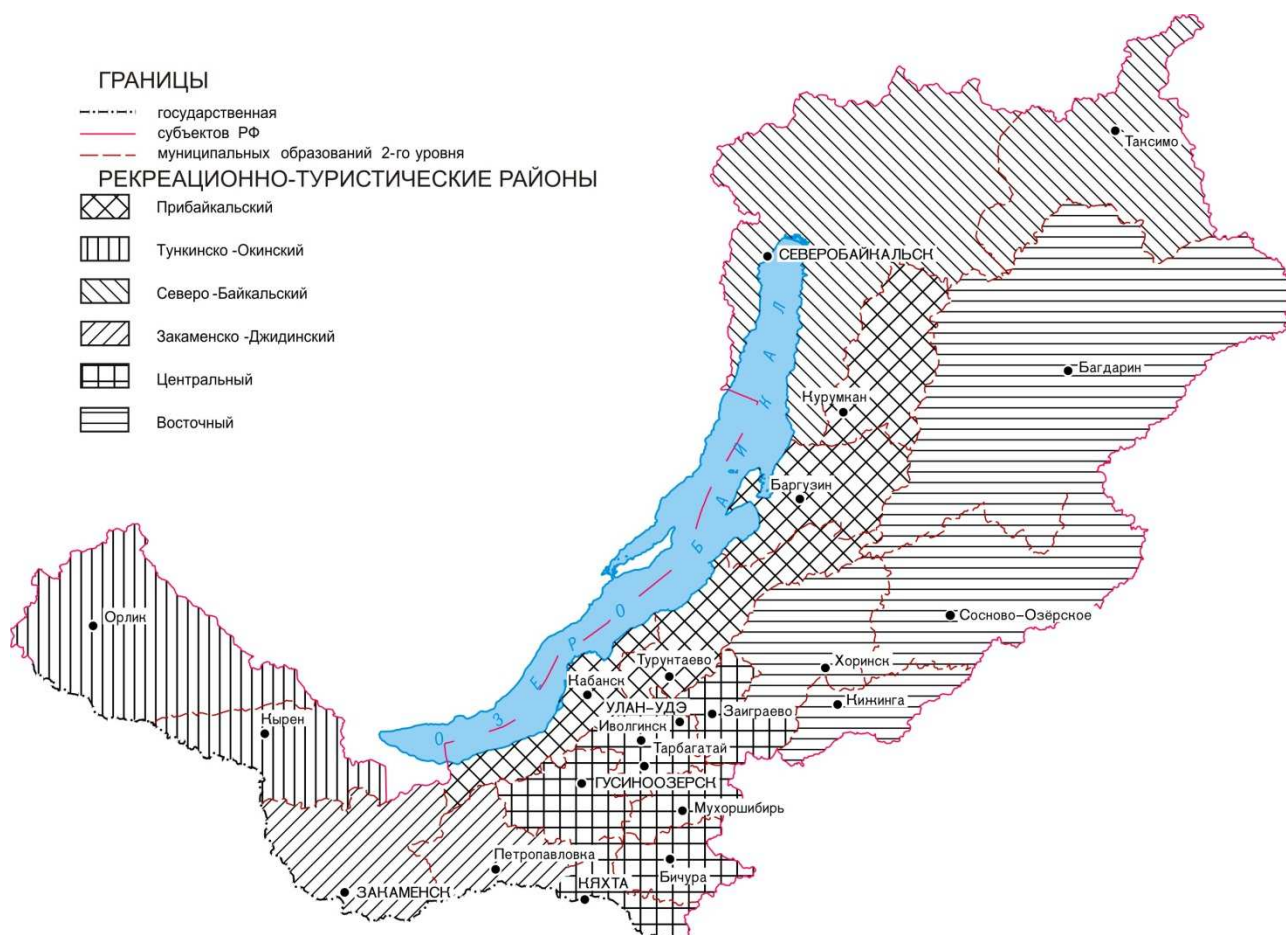


Рис. 1. Рекреационно-туристические районы республики Бурятия

Исследование и картографирование туристско-ресурсного потенциала сталкивается с определенными трудностями, связанными с получением достоверной качественной и количественной информации о наличии, территориальном размещении и состоянии объектов и местностей, составляющих туристско-ресурсный потенциал территории, с ее

систематизацией. От качественно созданной картографической продукции в определенной степени зависит успех или не успех развития туристской отрасли.

Авторами разработаны электронные карты на районы Бурятии: «Рекреационно-туристская карта национального парка «Тункинский» масштаба 1:200 000, «Карта природного и культурного наследия Хоринского района республики Бурятия» масштаба 1:200 000 и «Рекреационно-туристская карта республики Бурятия» масштаба 1:1 000000 и.

Основная цель карт - показать размещение, доступность ресурсов туризма и отдыха, создать информационную основу для использования ресурсов отдыха и туризма, для принятия решений по управлению ресурсами.

При создании цифровой картографической основы в данной работе использованы векторные тематические карты и растровые изображения тематических карт. Цифровывание проводилось по корректно подготовленной растровой подложке в ГИС Карта 2008. На этапе редактирования карты подготовленные материалы проходили через корректуру, при этом в классификаторе объектов электронной карты были сформированы общегеографические (рельеф, гидрография, населенные пункты, границы и др.) и тематические слои (рекреационные комплексы, памятники природы, лечебно-оздоровительный туризм, экскурсионно-познавательный туризм, туристические маршруты, транспортная инфраструктура). Слои использовались для объединения различной информации в единую карту, для создания единой географически взаимосвязанной картины пространственных данных. Различные объекты (точечные, линейные, полигональные и подписи), которые могут находиться в разных слоях, в своей совокупности и образуют карту.

Как средства изображения использовались близкие по смыслу существующие обозначения (и их сочетания) природных, социально-экономических и культурных объектов, пояснительные подписи, разновидности шрифтов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бочваров М., Веденская М., Мироненко Н.С., Попова Н. Факторы, влияющие на территориальную организацию рекреационных систем [Текст]. – М.: МГУ, 1986. – 135 с.

2. Тикунов В.С., Цапук Д.А. Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение [Текст]. – М. – Смоленск: Изд-во СГУ, 1999. – 176 с.

3. Рященко С.В., Богданов В.Н., Романова О.И. Региональный анализ рекреационной деятельности [Текст]. – Иркутск: Изд-во института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2008. - 143 с.

4. Евстропьева О.В. Трансграничный туризм в сопредельных регионах России и Монголии [Текст]. – Иркутск: Изд-во института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2009. – 143с.

УДК 528.8

В.Е. Гагин, Б.Н. Олзоев

ИрГТУ, Иркутск

К ВОПРОСУ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ИРКУТСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В статье выполнена экологическая оценка прибрежной зоны Иркутского водохранилища и намечена программа ее оперативного мониторинга по материалам дистанционного зондирования.

V.E. Gagin, B.N. Olzoev

Irkutsk State Technical University (ISTU)

83 Lermontova UI, Irkutsk, Russian Federation

TO THE QUESTION OF ECOLOGICAL ESTIMATION OF OFF-SHORE AREA OF THE IRKUTSK STORAGE POOL

In the article the ecological estimation of off-shore area of the Irkutsk storage pool is executed and programme of its operative monitoring by remote sensing is laid.

В настоящее время экологическая оценка взаимодействия сооружений, созданных человеком, и компонентов природной среды остается актуальной темой для изучения. Таким примером может послужить строительство Иркутской гидроэлектростанции (ГЭС) и образованного ею одноименного водохранилища на р. Ангара, которые впоследствии оказали значительное влияние на прилегающую территорию.

Рассмотрим краткие исторические сведения и технические характеристики ГЭС и водохранилища.

Строительство Иркутской ГЭС началось в 1950 г., закончено в 1958 г. ГЭС является русловой с совмещённым зданием ГЭС. Состав сооружений:

- Бетонная водосливная плотина;
- Совмещённое здание ГЭС длиной 240 м;
- Земляная насыпная плотина с суглинистым ядром максимальной высотой 44 м и длиной 2500 м, состоящая из левобережного, островного, руслового и правобережного участков.

По плотине ГЭС проходит автодорожный переход. Судоходных шлюзов ГЭС не имеет, поскольку сквозное судоходство по Ангаре отсутствует, однако место для шлюзов зарезервировано [1].

Мощность ГЭС составляет 662,4 МВт, среднегодовая выработка – 4,1 млрд кВт·ч.

Напорные сооружения ГЭС (длина напорного фронта 2,73 км) образуют крупное Иркутское водохранилище, включающее в себя озеро Байкал.

Полный объем Ангарской части водохранилища составляет 2,5 км³, полезный – 0,45 км³ и осуществляет суточное регулирование стока, тогда как полезный объем Байкальского участка на 2 порядка больше (46,4 км³), что позволяет обеспечивать глубокое многолетнее и годичное регулирование стока и равномерность работы не только Иркутской ГЭС, но и всего каскада Ангарских электростанций [2].

Существуют следующие экологические проблемы, связанные с эксплуатацией Иркутского водохранилища:

- Происходит интенсивное освоение прибрежной зоны, застройка водоохраной зоны водохранилища с нарушением ее границ (до 500 м от береговой линии);

- Наблюдается интенсивная переработка (разрушение) берегов, снижение качественного состава почв;

- Происходит сильное загрязнение воды водохранилища в связи с застойными явлениями и цветением воды, гниением остаточной древесины, сбросом неочищенных вод с участков садоводств, дач, пансионатов, эксплуатацией множества больших и малых судов и др.

Как уже говорилось, Иркутское водохранилище оказывает значительное воздействие на окружающую среду. На данный момент целесообразно проведение экологической оценки его прибрежной зоны. Экологическая оценка представляет собой процесс систематического анализа и оценки экологических последствий строительства водохранилища и дальнейшего его влияния на природную среду.

В зоне затопления и подтопления Иркутского водохранилища оказалось 138,6 тыс. га земель. Строительство водохранилища способствовало затоплению наиболее плодородных пойменных земель, земель лесного фонда, части прибрежной полосы с землями сельскохозяйственного назначения (32,3 тыс. га), несколькими десятками населенных пунктов, участком шоссейной дороги Иркутск-Листвянка и железнодорожной линии Иркутск-Михалево-Подорвиха-Байкал. Из зоны затопления было переселено 3,3 тыс. дворов (17 тыс. человек). Промышленные предприятия перенесены на новые места, а взамен старых поселков построены новые. Иркутское водохранилище заполнялось в течение семи лет. За это время подпор от плотины распространился на озеро Байкал, повысив его уровень на 1,4 метра. Таким образом, с одной стороны, долина Ангары превратилась в залив Байкала, а с другой – озеро стало главной регулирующей частью Иркутского водохранилища.

Создание и эксплуатация водохранилища серьезно осложнило общую геоэкологическую обстановку. Наиболее опасным и катастрофичным в настоящее время является процесс формирования береговых линий водоемов. В настоящее время наблюдаются значительные размывы береговой полосы.

Строительство Иркутской ГЭС оказало и положительное влияние на режим Ангары, так как до её строительства, сильные паводки были довольно частыми явлениями. Причем самые грозные и тяжелые по последствиям приходились на зиму, при ледоставе на реке.

Прибрежная зона Иркутского водохранилища благоприятна для рекреационного освоения земель. По берегам водохранилища созданы санатории, дома отдыха, базы отдыха, туристические, спортивные, оздоровительные лагеря, музеи, гостиничные комплексы, гостиницы. В 2007 году была проведена рекреационно-туристская оценка земель бассейна Иркутского водохранилища студентом кафедры инженерной геодезии и картографии ИрГТУ Карловым А.Е. в рамках дипломного проекта. Была составлена карта рекреационно-туристской оценки земель бассейна Иркутского водохранилища в масштабе 1:100 000.

В связи с этим в рамках темы «Оперативный дистанционный мониторинг зоны воздействия на природную среду каскада ангарских водохранилищ» по Иркутскому водохранилищу выполняется сбор и анализ данных дистанционного зондирования Земли (GeoEye, QuickBird (США), IRS-1C, IRS-P6 (Индия)), ведомственных данных (геологические, сельскохозяйственные, лесоустроительные карты), экспедиционных материалов, прорабатываются научные литературные и другие источники.

В результате работы будет составлена электронная карта, которая будет содержать необходимую актуализированную информацию. Обновление пространственной информации будет обеспечиваться современными космическими снимками.

В качестве объектов и явлений, по которым будет оцениваться экологическая обстановка прибрежной зоны Иркутского водохранилища, могут являться берега, прибрежные сельскохозяйственные и лесные земли, биота, имеющие непосредственный контакт с водоемом. На данном этапе необходимо смоделировать экологический каркас района водохранилища, чтобы сохранить уже сформированную экосистему бассейна Иркутского водохранилища в целях рационального природопользования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иркутская ГЭС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Иркутская_ГЭС];
2. Иркутская ГЭС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [<http://gidroenergostroy.ru/content/view/24/32/lang,ru/>].

© В.Е. Гагин, Б.Н. Олзоев, 2010

УДК 528.9

А.И. Вдовин, С.С. Титов, П.П. Мурзинцев

ВЕАГП, Минусинск, СГГА, Новосибирск

ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ РАСТРОВЫХ ГИС ДЛЯ ШИРОКОГО КРУГА ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ (ЦТК)

Анализируются принципы и методика действий при обработке исходной информации для создания цифровых топографических карт. Выявлена закономерность, позволяющая определить географические координаты любой точки растра.

A.I. Vdovin, S.S. Titov, P.P. Mursinzev

Verhneeniseyskoe Aerogeodesic Enterprise (VEAE)

22 Tuvinskaya, Minusinsk, 662605, Russian Federation

SSGA, Novosibirsk

PRINCIPLES OF CREATION OF RASTER GIS FOR A WIDE RANGE OF USERS

Article describes principles of creation of raster GIS, based on the digital topographic maps. Tiles making is described.

Наряду с традиционной для геоинформационных систем векторной формой хранения пространственных данных, всё большую популярность у рядового пользователя приобретают картографические сервисы, основанные на растровых данных («Google Maps», «Яндекс Карта» и т.п.). Подобная форма представления информации пользователю обладает рядом определенных преимуществ. Авторам данной статьи кажется целесообразным, точно так же применять растровую форму при предоставлении конечному потребителю цифровых топографических карт открытого пользования (ЦТК ОП), создаваемых по госзаказу.

Рядовому пользователю ГИС не требуется мощный инструментарий для решения прикладных задач. В подавляющем большинстве случаев, люди, не являющиеся специалистами в области картографии, воспринимают цифровую (векторную) карту, как «картинку», не вникая в принципы внутренней организации базы данных с пространственной привязкой, локализацией записей. Основные требования обычных пользователей можно свести к следующим:

- Детальность и полнота отображаемой информации;
- Читаемость подписей объектов; цветовая гамма, позволяющая различать объекты;
- Наличие генерализации объектов при масштабировании карты;

- Возможность подключения/отключения дополнительных слоёв поверх основной карты (например: границы субъектов, точки интереса и т.п.);
- Удовлетворительная скорость работы приложения; небольшой объем загружаемой информации при работе по сети;
- Наличие инструментов измерения длин и площадей;
- Возможность подключения GNSS-приемников для осуществления навигации.

Практически все вышеуказанные требования реализуемы в растровых ГИС.

В свою очередь, наряду с пожеланиями пользователей, существуют требования правообладателя картографического материала, предъявляемые к информационной системе. Организации, обладающие правами на ЦТК для территории РФ, в большинстве случаев, не заинтересованы в предоставлении векторных карт рядовым пользователям. Это связано как с противоречивыми требованиями к секретности топографических карт, так и с низкой культурой отношения к объектам чужой интеллектуальной собственности среди потребителей в целом. Решением данной проблемы отчасти является использование растровых данных, подвергнутых криптографической защите, в ГИС-приложениях с закрытым кодом. Подобный метод сведет к минимуму несанкционированное использование картографических материалов и исключит возможность воровства точной метрической информации об объектах ЦТК.

Таким образом, задачи, стоящие перед разработчиками растровых ГИС на основе цифровых топографических карт, сводятся к созданию форматов и принципов хранения картографической информации и написанию ПО, содержащего необходимый набор функций.

Ниже приведена последовательность действий при обработке исходной ЦТК.



Рис. 1. Технологическая схема подготовки картографической основы для растровой ГИС

На первом этапе с исходной ЦТК требуется убрать все секретные объекты и характеристики. Технология создания ЦТК ОП разработана ЗАО «Институт Телекоммуникаций» и применяется предприятиями – картосоставителями.

В случае расхождения цветовой гаммы одних и тех же объектов в различных по масштабу картах, требуется привести цвета к единому стандарту. Данная операция упрощает восприятие пользователем картографической информации при масштабировании.

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 («сплюсненность» у полюсов). Решением данной проблемы видится применение в растровых ГИС равнопромежуточной (прямоугольной) цилиндрической проекции.

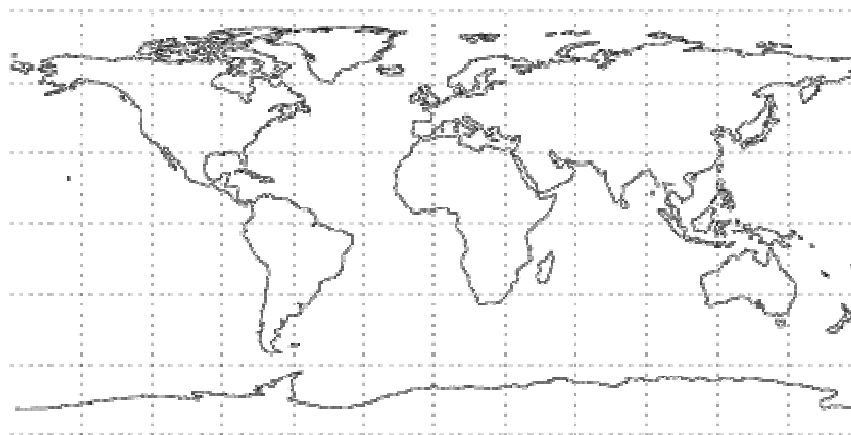


Рис. 2. Цилиндрическая равнопромежуточная проекция (Cylindrical Equidistant Projection) [2]

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. Это сводится буквально к следующему: долготы – столбцы битовой карты, широты – строки, величина градуса однозначно связана с величиной ячейки битовой карты изображения

$$N (^{\circ}) = N * K (\text{pixel}),$$

где N – любое положительное число, K – масштабный коэффициент.

Вышеуказанная закономерность позволяет легко определить географические координаты любой точки растра, и свести все прикладные задачи по измерениям длин линий, площадей к классическим задачам геодезии на эллипсоиде с известными параметрами.

Растреризация векторных карт осуществляется штатными средствами ПО «Панорама». Благодаря предыдущему этапу номенклатурные листы топографических карт приобретают прямоугольную форму, вместо трапецевидной, что значительно упрощает всю последующую обработку.

Процедура нарезки растровых изображений номенклатурных листов на более мелкие элементы введена для ускорения работы программы по отображению данных. Фрагменты, получившиеся в результате нарезки растра (сгенерированного ПО «Панорама») имеют палитру от 1 до 16 различных цветов (в среднем 4). В качестве формата хранения изображений целесообразно применять форматы типа *.png и *.gif, структура указанных форматов позволяет оптимально сжимать растровые файлы с небольшой палитрой.

Для обеспечения защиты растровых файлов от несанкционированного использования без согласования с правообладателем, рекомендуется подвергнуть полученные в результате «нарезки» фрагменты криптографической защите. С последующим дешифрованием в ходе работы пользовательского приложения.

Структура программного обеспечения растровой ГИС не представляет особой сложности в реализации.



Рис. 3. Структура ПО растровой ГИС

Стоит отметить наличие модуля дешифрования в программном коде, благодаря которому криптографическая защита снимается с раstra непосредственно перед его отображением.

Кроме того, рекомендуется использовать двукратные ступени при формировании масштабного ряда, т.е. 1:800000 (вместо 1:1000000), 1: 400000 (вместо 1:500000), 1:200000, 1:100000, 1:50000, 1:25000, 1:12500 (вместо 1:10000), 1:6250 (вместо 1:5000) и т.д. Благодаря такому подходу, масштабирование представляет собой замещение одного фрагмента более мелкого масштаба ровно четырьмя фрагментами более крупного масштаба. Хотя, это и не является обязательным требованием.

Предложенные методы и рекомендации позволяют реализовать растровую геонформационную систему с четкой структурой и максимально автоматизировать конвертацию исходных ЦТК в конечный вид. Методику предлагается использовать, в первую очередь, для создания систем предоставления рядовым потребителям картографической продукции открытого пользования, создаваемой по госзаказу.

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)
2. <http://mathworld.wolfram.com/topics/MapProjections.html> - «Map Projections»
3. <http://www.cultinfo.ru/fulltext/1/001/008/059/563.htm> - «Картографические проекции»

© А.И. Вдовин, С.С. Титов, П.П. Мурзинцев, 2010

УДК 528.91:621.64

К.Е. Трифонов

СГГА, Новосибирск

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРАССЫ ГАЗОПРОВОДА

Методика выбора трасс магистральных трубопроводов, созданная на основе математических методов уже долгое время используется, а с распространением ГИС она стала и одной из наиболее перспективных. Многофакторный анализ с использованием средств ГИС дает возможность проводить оптимизацию трассы по всей территории региона строительства. При выполнении оптимизации в таком случае можно учесть объемные массивы пространственных данных.

K.E. Trifonov

Siberian State Academy of Geodesy (SSGA)

10 Plachotnogo Ul., Novosibirsk, 630108 Russian Federation

APPLICATION OF GIS TECHNOLOGIES IN THE COURSE OF OPTIMIZATION OF SPATIAL PARAMETERS OF THE LINE OF THE GAS PIPELINE

The technique of a choice of lines of the main pipelines, created on the basis of mathematical methods is already used for a long time, and with distribution GIS it became also to one of the most perspective. The multifactorial analysis with use of GIS means gives the chance to spend line optimisation on all territory of region of building. At optimisation performance in that case it is possible to consider volume files of the spatial data.

До настоящего времени во многом качество проектирования магистральных продуктопроводов обеспечивается субъективными факторами, т.е. квалификацией, интуицией и опытом проектировщиков. Имеющиеся компьютерные технологии используются при проектировании ограниченно. Мировой и отечественный опыт свидетельствует, что дальнейшее развитие методов проектирования возможно только при использовании высокопроизводительной вычислительной техники и программно-реализованных экономико-математических моделей, что в свою очередь позволяет производить многовариантные расчеты и получать оптимальные проектные решения. Стоит отметить, что в основе любого начинания, связанного с транспортировкой нефти и газа лежит пространственная информация. Поэтому по мере развития научно-изыскательского, прикладного и экономического аспектов поиска, извлечения и транспортировки запасов

углеводородов геопространственные инструменты и решения становятся все более важными и помогают повышать производительность и эффективность производства.

Методика выбора трасс магистральных трубопроводов, созданная на основе математических методов уже долгое время используется, а с распространением ГИС она стала и одной из наиболее перспективных. Первоначально, при проектировании трубопровода предлагалось проводить районирование территории строительства, в дальнейшем определяя среднюю стоимость прокладки объекта на каждом из участков, охарактеризованным одним из типов местности. Провести анализ и оптимизацию с использованием большого количества характеристик, описывающих всё многообразие местных условий вручную практически невозможно, потому данный метод не нашел широкого применения. При проектировании трассы трубопровода необходим комплексный учет всех факторов, влияющих на строительство. Эта задача очень трудоемка для решения вручную, без применения современных технологий.

Многофакторный анализ с использованием средств ГИС дает возможность проводить оптимизацию трассы по всей территории региона строительства. При выполнении оптимизации в таком случае можно учесть объемные массивы пространственных данных (использование земли, почвы, модели местности), данных о земельной собственности и полевых съемок (окружающей среды, геотехнического состояния), которые используются не только в таких задачах, как выбор и прокладка трассы, но и при оценке воздействия на окружающую среду, получение разрешений. Геоинформационная система выступает в данном случае как интегратор информации и по объектам технологической инфраструктуры, и по земельным участкам, а также по любым другим пространственно распределенным объектам. Данные такой интегрированной системы могут использоваться в качестве информационной основы при выполнении различного рода пользовательских задач, в том числе геомоделирования.

Применение комплексных автоматизированных методов и современных геоинформационных технологий для нахождения уникальных параметров прохождения трасс, позволяет определить перспективную область прохождения трассы на самых ранних стадиях проектирования. Это достигается за счет формализации условий положения линейного объекта аналитической моделью.

Основными проектными характеристиками для предложенной модели является значение общей протяженности, изначально зависящие от группы территориальных факторов, ограничивающих область допустимого проектирования. Данные факторы выражены относительными показателями, через критерии оптимальности, используемые при выборе оптимальных трасс трубопровода.

Исходя из комплексного учета факторов, влияющих на строительство, относительно выбранного критерия оптимальности, для каждой локальной территории определяется коэффициент ограничения проложения трассы. Данный подход позволяет применять ГИС технологии, рассматриваемые в

данном конкретном случае как способы интеграции разрозненной информации о природных и техногенных факторах влияющих на пространственное положение проектируемого объекта (рис. 1).

При данной формулировке, нахождение значений координат трассы относится к задачам численного поиска условного экстремума представленной функции, где граничными условиями являются данные ГИС определяющие общий коэффициент ограничения проложения трассы и углы поворотов трассы, значение которых определяются на основании технических характеристик трубопроводов.



Рис. 1. Применение ГИС технологий, как способ интеграции разрозненной информации о факторах влияющих на пространственное положение проектируемого объекта

Поэтому данную задачу следует представить как поиск соответствующих координат, при которых площадь, по совокупности отрезков, формирующих трассу в зависимости от коэффициента ограничения проложения трассы, является минимальной. Графическая иллюстрация метода представлена на рис. 2.

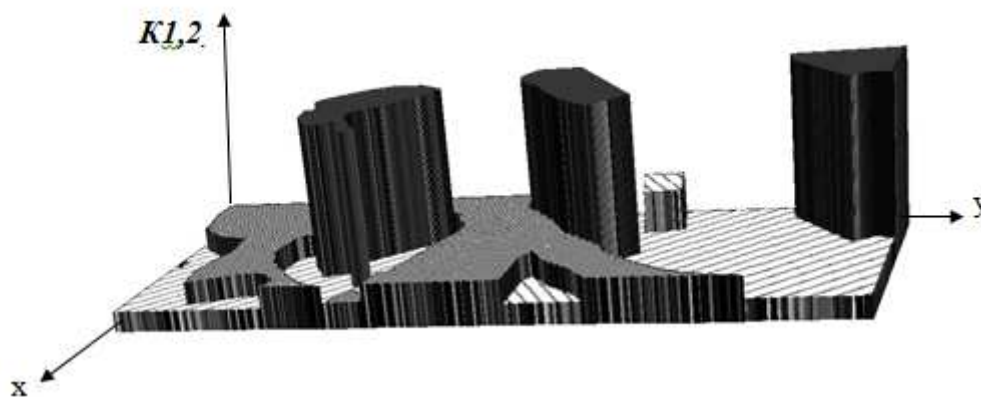


Рис. 2. Графическая иллюстрация метода

На рис. 2 максимальные значения коэффициента ограничения введены искусственно и имеют сильно завышенные значения, что соответствует территориальным зонам, по которым проложение трассы невозможно (например, застроенные территории).

Соответственно речь идет о поиске минимального значения целевой функции с ограничениями, при поиске которого возможно воспользоваться численными методами различных порядков.

Используя данный подход, существует возможность, уже к началу инженерных изысканий определить в первом приближение область проложения трассы, что не требует поиска альтернатив. В дальнейшем же только производится коррекция трассы по результатам геодезических и других изыскательских работ.

Таким образом предлагаемая методика предполагает:

1. Создание цифровой модели местности, включающей в себя совокупность сведений, влияющих на решение поставленной задачи, что можно реализовать с помощью большинства распространенных ГИС, таких как MapInfo, ArcInfo, ArcView и модуля Spatial Analyst используя набор их стандартных средств.

2. Программно-реализованная математическая модель, использующая метаданные цифровой модели местности, в качестве переменных целевой функции, в процессе оптимизации. Её связь с ЦММ реализуется с помощью встроенных в ГИС инструментов программирования.

Таким образом, практика использования ГИС-анализа для проведения работ по проектированию и оптимизации строительства трубопроводов представляется в высшей степени оправданной. Применение ГИС для проведения трассирования обеспечивает экономию средств и времени, позволяет гибко менять и корректировать трассу трубопровода при поступлении новых данных или изменении старых.

© К.Е. Трифонов, 2010

УДК 621.64

К.Е. Трифонов

СГГА, Новосибирск

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ПОЛОЖЕНИЯ ТРАССЫ ГАЗОПРОВОДА

Успешное применение в технико-экономическом моделировании новых разделов современной математики может значительно расширить инструментальную базу, позволяя решать задачи, которые на современном инструментальном уровне представляются крайне сложными. Используя методы условной оптимизации, мы можем, выразить через относительные показатели целевой функции любой из основных критериев оптимальности, используемых при выборе оптимальных трасс трубопровода, что обуславливает комплексность использования таких методов.

K.E. Trifonov

Siberian State Academy of Geodesy(SSGA)

10 Plachotnogo UI., Novosibirsk, 630108 Russian Federation

INFORMATIONAL SUPPLY OF THE CHOICE OF OPTIMAL POSITION OF THE LINE OF THE GAS PIPELINE

Successful application in technical and economic modelling of new sections of modern mathematics can expand considerably tool base, allowing to solve problems which at modern tool level are represented by the extremely difficult. Using methods of conditional optimisation, we can, express through relative indicators of criterion function of any of the basic criteria of an optimality used at a choice of optimum lines of the pipeline that causes integrated approach of use of such methods.

Началу строительства любого магистрального трубопровода предшествует выполнение проектных работ, включающих выбор трассы, технико-экономические, конструктивные и технологические характеристики. От того, насколько удачно они определены, в значительной мере зависят эксплуатационные показатели и экономическая эффективность будущего трубопровода. Понятно поэтому стремление использовать уже на ранних стадиях проектирования как можно больше исходных данных (данные справочного характера, картографический материал, данные полевых изысканий и т. п.) с тем, чтобы получить лучшее проектное решение.[1] В настоящее время для решения таких задач используются различные методы математического моделирования.

Системный анализ отечественных и зарубежных методик технико-экономического математического моделирования показал, что в последнее

время этот инструментарий развивается, в основном, в направлении совершенствования существующих моделей или разработки новых на старой инструментальной базе. Принципиально новых моделей, расширяющих его арсенал появляется мало. Это вызвано не столько отсутствием потребности в новых математических моделях, сколько использованием в производственном процессе привычного математического аппарата.

Поэтому успешное применение в технико-экономическом моделировании новых разделов современной математики может значительно расширить инструментальную базу, позволяя решать задачи, которые на современном инструментальном уровне представляются крайне сложными. Одним из таких аппаратов выступают методы условной оптимизации, применение которых в математическом моделировании открывает новые возможности, существенно расширяет совокупность технико-математических и экономико-математических моделей.

Задача условной оптимизации заключается в поиске минимального или максимального значения скалярной функции $f(x)$ n -мерного векторного аргумента (в дальнейшем без ограничения общности будет рассматриваться задача поиска минимального значения функции):

$$f(x) \rightarrow \min$$

при ограничениях:

$$g_i(x) = 0, i = 1, \dots, k;$$

$$h_j(x) \leq 0, j = 1, \dots, m;$$

$$a \leq x \leq b.$$

Здесь x, a, b — векторы-столбцы:

$$x = \begin{pmatrix} x_1 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix}, \quad a = \begin{pmatrix} a_1 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix}, \quad b = \begin{pmatrix} b_1 \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix}$$

Оптимизируемую функцию $f(x)$ называют целевой функцией.[2] Применительно к нашей задаче, в качестве такой функции, мы используем аналитическую модель, с помощью которой представляем и формализуем поставленные перед нами цели.

Каждая точка x в n -мерном пространстве переменных $x_1, \dots, x_n$, в которой выполняются ограничения задачи, называется допустимой точкой задачи. Множество всех допустимых точек называется допустимой областью G и в нашем случае является ограниченной областью допустимого проектирования. Решением задачи считается допустимая точка x^* , в которой целевая функция $f(x)$ достигает своего минимального значения. Вектор x^* называют оптимальным. Другими словами, область допустимого проектирования представляет собой пространственный объект ГИП состоящий из географической и атрибутивной частей. Вектор x^* является оптимальным, как участок проложения трассы продуктопровода, и в соответствии своего физического значения, и как объект описания целевой функции.

Существует целый ряд методов условной оптимизации, обладающих различными особенностями, которые могут как способствовать, так и быть

совершенно непригодными для решения нашей задачи. В нашем представлении решению задачи выбора оптимальной трассы трубопровода в наиболее полной мере способствует не прямой метод решения задач нелинейного программирования, т.к. условиями ограничения задачи в нашем случае является соответствие координат отрезков условным территориальным границам, которые нельзя описать линейными функциями, а результатом оптимизации с помощью предлагаемого нами подхода является географическое положение линейного объекта которое описывается вспомогательными функциями, ограничения исходной задачи (критерии оптимизации), учитываются при этом неявно:

$$\begin{aligned} f(x) &\rightarrow \min; \\ g_i(x) &= 0, i = 1, \dots, k; \\ h_j(x) &< 0, j = 1, \dots, m; \\ a &\leq x \leq b. \end{aligned}$$

Используя этот метод, мы можем, выразить через относительные показатели целевой функции любой из основных критериев оптимальности, используемых при выборе оптимальных трасс трубопровода.

– Приведенные затраты. Общеизвестным критерием, универсально учитывающим большинство требований, при которых достигается основной экономический эффект (нормативная отдача от каждого вложенного в дело рубля при минимуме эксплуатационных издержек), являются приведенные затраты, определяемые выражением

$$W_{np} = K_c + Э, \quad (1)$$

где K — капитальные вложения; c — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; $Э$ — ежегодные эксплуатационные издержки.

Капиталовложения на строительство магистрального трубопровода складываются из затрат на строительство линейной части трубопровода (K_1), на строительство компрессорных или насосных станций (K_2), резервуарных парков и промежуточных хранилищ газа, если они необходимы (K_3), и других сооружений, т. е.

$$K = K_1 + K_2 + \dots + K_n. \quad (2)$$

Нормативный коэффициент эффективности капиталовложений принимается для всех сооружаемых промышленных объектов равным 0,12.

– Длина трубопровода. Необходимость в использовании такого критерия может возникнуть при выборе кратчайшей трассы, проходящей по местности, на характеристики которой наложены определенные ограничения. Например, трасса должна пройти только по равнинным участкам или по участкам определенных категорий сложности.

- Трудовые затраты.
- Время строительства. [1]

Условиями ограничения мы можем описать условные территориальные границы участков местности с однообразными топографическими, климатическими, геологическими, природными и другими влияющими на

сооружение и эксплуатацию трубопровода условиями, а любой из приведённых выше критериев оптимальности можно выразить через показатели целевой функции, что говорит о комплексности предлагаемого нами подхода.

В качестве наглядного примера продемонстрируем использование предлагаемого нами подхода при выборе трассы газопровода, выбрав в качестве критерия оптимальности – длину трубопровода. Основным проектным значением является величина общей длины, изначально зависящая от расположения крайних пунктов и группы территориальных факторов - природных и техногенных - выступающих в роли ограничения области допустимого проектирования.

Характеристики трубопровода выражены относительными показателями, где в качестве базисного принимается нормированный показатель, выраженный в метрах:

$$D_{mp} = \sum_{i=1}^n a_i \times D_i, \quad (3)$$

где $D_{тр}$ – длина трубопровода;

a – коэффициент ограничения. В том случае, если участок трассы проходит по местности, характеристики которой удовлетворяют изначально заданным условиям, то этот коэффициент считается равным единице, если же по местности, на характеристики которой наложены ограничения, то коэффициент искусственно завышается;

D - длина трубы;

i – количество отрезков.

Так существует газопровод, который необходимо соединить с распределителем расположенным вблизи населенного пункта. В данном случае мы имеем один конечный пункт и другой – “плавающий”, местоположение, которого может меняться, но должно совпадать с положением основного трубопровода.

Как мы видим, трасса состоит из отрезков образованных за счет существования различных типов местности по ходу предполагаемого проложения трассы.

Для возможного численного расчета оптимальных значений, были определены граничные условия, отображенные в условной системе и представлены в векторной форме (рис. 1).

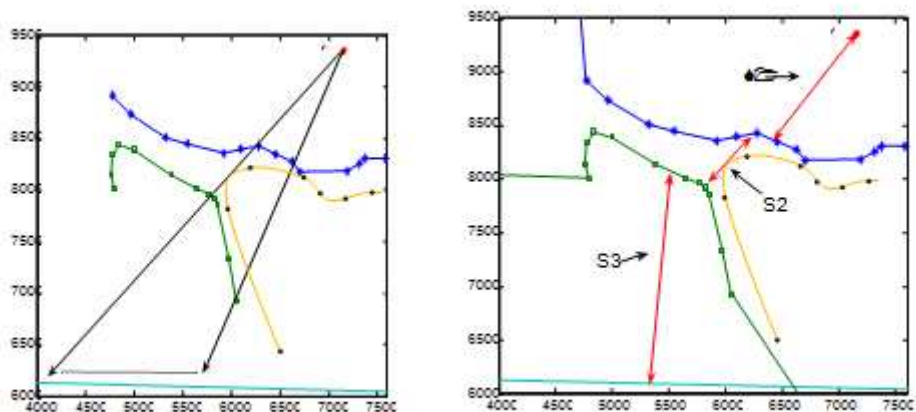


Рис. 1. Отображение граничных условий, в условной системе координат в векторной форме

В целевой функции используется коэффициент ограничения, значение которого зависит от качественных характеристик местности, по которой предполагается проложить трубопровод. Соответственно значение длины отрезков не соответствует их физическому значению и оптимальным проектом становится тот, в котором сумма длин отрезков принимает минимальное значение.

Нахождение таких значений относится к задачам численного поиска условного экстремума, где условиями являются соответствие координат отрезков условным территориальным границам различных типов местности.

$$f(x^*) = \min_{x \in X} f(x), \text{ где } \ddot{a}\ddot{a}$$

$$X = \left\{ x \left| \begin{array}{l} g_i(x) = 0, i = 1, \dots, m; m < n \\ g_i(x) \leq 0, i = m + 1, \dots, p \end{array} \right. \right\} \quad (4)$$

Поэтому граничные условия необходимо представить в виде математической зависимости значений координат x и y , определяющих линию граничных условий.

В работе был использован картматериал и программа «Mapinfo» с помощью которой определен векторный формат границ.

Получение математических зависимостей к существующим условиям положения точек проводятся двумя приближениями.

В первом приближении получены уравнения со стандартной ошибкой до 0.5 см что соответствует ошибке 50 м исходя из М 1:10000 масштаба. Подгонка уравнений проводилась полиномами высших порядков, для которых рассчитывалось несоответствие реальных значений с полученными. На данном этапе подгонка не требует абсолютной точности, что связано с громоздкими вычислениями, так как в некоторых местах достаточно сложно математически описать прохождения границы.

Соответственно полученные уравнения имеют вид:

а) $y_2 = -0.42 \cdot x_2 + 7.4;$

б) $y_3 = 3366.36 - 1747.2 \cdot x_3 + 339.431 \cdot x_3^2 - 29.193 \cdot x_3^3 + 0.937509 \cdot x_3^4;$

$$в) y_4 = -0.047 * x_4 + 1 * 22 - 7.3 * x_4 + 26.$$

Так как речь идет о поиске минимального значения нелинейной целевой функцией с нелинейными ограничениями, применим метод штрафных функций.

$$F(x, r^k) = f(x) + P(x, r^k) \rightarrow \min_{x \in R^n} \quad (5)$$

$$P(x, r^k) = \begin{cases} 0, & \text{если } g \leq 0 \\ P > 0, & \text{если } g > 0 \end{cases} \quad F(x, r^k) = f(x) + \frac{r^k}{2} \left\{ \sum_{i=1}^m [g_i(x)]^2 \right\},$$

где $P(x, r^k)$ - штрафная функция, r^k - параметр штрафа, задаваемый на каждой k-й итерации.

Используя данную запись условия задачи выглядят как:

$$F(x, r^k) = f(x) + \frac{r^k}{2} \left\{ \begin{aligned} &[y_2 - (-0.42 * x_2 + 7.4)]^2 + \dots \\ &[y_3 - (3366.36 - 1747.2 * x_3 + 339.431 * x_3^2 - 29.193 * x_3^3 + 0.937509 * x_3^4)]^2 + \\ &[y_4 - (-0.047 * x_4 + 1 * 22 - 7.3 * x_4 + 26)]^2 \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

$$f(x) = \sqrt{((x_2 - 9.5)^2 + (y_2 - 7.143)^2)} + a * \sqrt{((x_2 - x_3)^2 + (y_2 - y_3)^2)} + \sqrt{((x_3 - x_4)^2 + (y_3 - y_4)^2)}, \quad (7)$$

Так как первое приближение было осуществлено с максимальной ошибкой порядка 50 метров, необходимо сравнить полученные значения с величиной ошибки в данном пределе. Так по первому ограничению есть возможность несоответствия значений порядка 20 метров по второму ограничению ошибкой в данном примере 1-2 метра можно пренебречь.

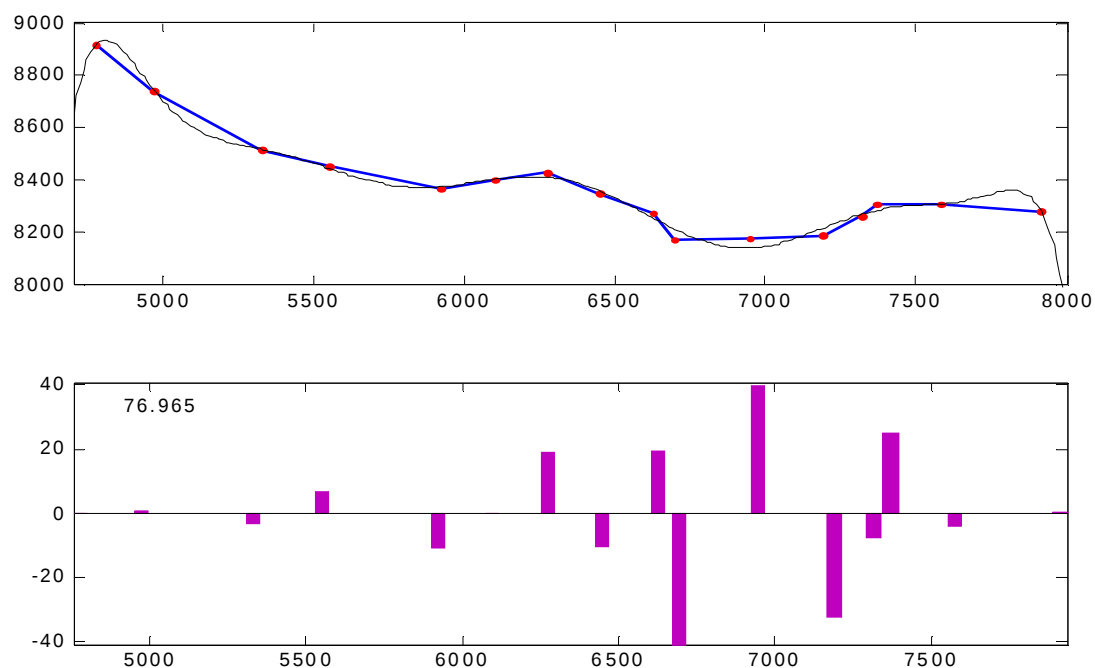


Рис. 2. График аппроксимации и распределения ошибок области ограничений

Для первого ограничения строим второе, более точное приближение. Так как прогнозную область мы сформировали первым приближением, поэтому необходимо использовать только небольшой интервал, позволяющий получить проектные значения координат поворота трассы с точностью определения пункта $0.1 \cdot \text{масштаб}$.

Таблица 1. Координаты поворота трассы

	X	Y
A	7828	6771,3
Б1	8158,3	5695,2
В	7984,1	5580
Г	5493,3	4539,8
f (x,y)	5304,7	

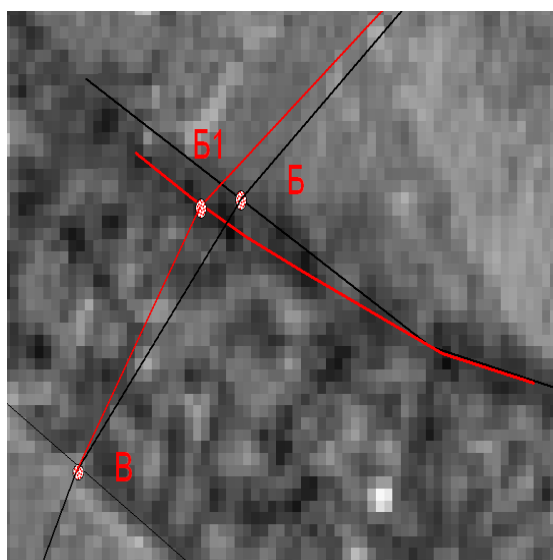


Рис. 3. Поворот трассы

(где красными линиями изображён участок проектируемой трассы при первом приближении, а чёрными – участок реально существующей трассы)

Проверка результата на выполнение условий минимума проводилась с помощью так называемого критерия Сильвестра при котором основные миноры матрицы Гессе являются положительными а сама матрица положительно определена формулой.

$$H(X) = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_1^2} & \dots & \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_1 x_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_n x_1} & \dots & \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_n^2} \end{bmatrix} \quad (8)$$

Матрица вторых производных по значениям определяемых пунктов:

$H(f(x^*)) =$

4.6706	-6.4194	-3.7715	6.3810	0.1202	0.0404
-6.4194	10,399	5,4088	-10,0133	0,014	0,0026
-3.7715	5,4088	7,4670	-5,668	0,0414	0,0358
6.3810	-10,0133	-5,668	10,3592	0,2121	-0,4268
0.1202	0,014	0,0414	0,2121	0,4298	0,0143
0.0404	0,0026	-0,4268	-0,4268	0,0143	0,3539

$$(H(x^*) > 0) \quad \checkmark \quad x^* \text{ (min)} \quad \Delta_1 > 0, \Delta_2 > 0, \dots, \Delta_n > 0$$

Так все основные миноры матрицы положительны, значения являются глобальным минимумом целевой функции. Это значит, что расчетные значения проекта являются минимальными с точки зрения комплексных затрат.

$$\Delta_1 = 4.6, \Delta_2 = 7.36, \Delta_3 = 32.31,$$

$$\Delta_4 = 20.51, \Delta_5 = 7.01, \Delta_6 = 0.02$$

В результате мы скорректировали значение координат и получили уникальные параметры проекта отвечающего оптимальным комплексным условиям.

Таким образом, комплексность использования не прямых методов решения задач нелинейного программирования при выборе оптимальной трассы газопровода обусловлена тем, что любые условия природного и техногенного характера возможно выразить через относительные показатели целевой функции, а математическая интерпретация условий задачи с применением ГИС позволяет автоматизировать данный процесс.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бородавкин, П.П. Сооружение магистральных трубопроводов [Текст] / П.П. Бородавкин, В. И. Березин.- М.: Недра 1977.- 407 с.
2. Трифонов, А.Г. Постановка задачи оптимизации и численные методы ее решения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://matlab.exponenta.ru/optimiz/book_2/1.php.

© К.Е. Трифонов, 2010

УДК 614.8:528.02

В.М. Лазарев

Томский государственный архитектурно-строительный университет, Томск

ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДА СТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ В СИСТЕМЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ РАННЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ОБ АКТИВИЗАЦИИ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

В статье рассмотрены возможности метода статистического моделирования для оценки точности геодезических измерений в системе геоэкологического мониторинга для раннего предупреждения об активизации опасных природных и техноприродных процессов.

V.M. Lazarev

Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering, Tomsk

CAPABILITIES OF THE STATISTICAL MODELING METHOD FOR ESTIMATING THE ACCURACY OF GEODETIC MEASUREMENTS IN THE SYSTEM OF GEOECOLOGICAL MONITORING FOR EARLY PREVENTION OF THE DANGEROUS NATURAL AND TECHNOGENIC PROCESSES ACTIVIZATION

The capabilities of the statistical modeling method are considered as concerns estimation of the geodetic measurements accuracy in the system of geoecological monitoring for the early prevention of the dangerous natural and technogenic processes activization.

В последние годы вопросы обеспечения геоэкологической безопасности урбанизированных территорий становятся все более актуальными, а природные катастрофы в России включены в число стратегических рисков. Геодезический мониторинг является важнейшей составляющей системы геодезического обеспечения геоэкологического мониторинга, поскольку обеспечивает его пространственно-временную привязку и позволяет определить факторы, влияющие на состояние и развитие природно-технических систем.

Для прогнозирования ожидаемых экстремальных явлений и организации инженерной защиты необходима организация современного комплексного геоэкологического мониторинга их развития во времени и пространстве. Так как достоверное прогнозирование опасных ситуаций требует анализа многолетних наблюдений, характеризующих динамику взаимодействия оползневого склона и инженерных сооружений, а при сложном характере деформаций указанных объектов для решения данной проблемы наверное

единственно возможным подходом является имитационное моделирование. Метод Монте-Карло позволяет моделировать в геодезии случайные погрешности измерений. В практике исследований геодезических сетей этот метод является наиболее эффективным методом экспериментальной проверки сравнительных достоинств и недостатков различных схем построения и способов уравнивания геодезических сетей. Если измерения на пунктах опорной геодезической сети проводятся длительное время и в разных условиях (при активизации оползневых процессов стабильность положения опорных пунктов нарушается), то уравненные величины не будут равноточными, а из-за возможного неблагоприятного локального накопления ошибок точность взаимного положения пунктов в некоторых частях сети может оказаться заниженной. Поэтому еще К.Л. Проворов рекомендовал проанализировать уравненную сеть каким либо другим способом, например выборочным статистическим. Метод статистического моделирования (метод Монте-Карло), позволяющий получить статистические данные о процессах, происходящих в моделируемой системе, как раз наилучшим образом подходит для этой цели. Рассмотрим применение метода Монте – Карло на модельной задаче.

Пусть на местности мерной лентой измерены стороны земельного участка в форме прямоугольника со сторонами a и b с погрешностью $1/2000$. Необходимо найти площадь земельного участка S и оценить погрешность m_s определения этой площади. Для простоты вычислений примем $a=100$ м. и $b=100$ м. Тогда площадь участка $S=a \cdot b = 10\,000$ м². Для вычисления m_s воспользуемся формулой

$$m_F^2 = \left(\frac{\partial S}{\partial x}\right)^2 \cdot m_x^2 + \left(\frac{\partial S}{\partial y}\right)^2 \cdot m_y^2 + \left(\frac{\partial S}{\partial z}\right)^2 \cdot m_z^2 + \dots \quad (1)$$

для вычисления погрешности функции измеренных величин $F=f(x,y,z,\dots)$.

Для нашего примера получим $m_s^2 = \left(\frac{\partial S}{\partial a}\right)^2 \cdot m_a^2 + \left(\frac{\partial S}{\partial b}\right)^2 \cdot m_b^2$. Учитывая, что $m_a=m_b$ и для линии $a=100$ м. равно $m=0.05$ м. получим $m_s^2 = b^2 \cdot m_a^2 + a^2 \cdot m_b^2 = 50$ м⁴. Отсюда $m_s=7.071$ м². Приняв данное значение в качестве теоретического решения оценим m_s методом Монте-Карло. С помощью разработанного в работе модифицированного генератора сформируем 100 выборок по 1000 случайных нормально распределенных погрешностей результатов измерений V_i , которые используем для моделирования процесса измерений. С учетом погрешностей измерений площадь участка будет вычисляться по формуле $S_k = (a+v_1) \cdot (b+v_2)$. В результате моделирования в одной выборке мы получаем 500 частных значений

S_k , где $k=1,2,\dots,500$. Используя формулу Бесселя вычислим $m_s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (S_i - \bar{S})^2}{k-1}}$,

где $\bar{S} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k S_i$. Ниже в табл. 1 приведены результаты моделирования, которые позволили получить результат, совпадающий с теоретическим с точностью до 0,0001 уже на первых 100 выборках.

Следует заметить, что моделирование простых задач с известным ответом позволяет не только на практике отработать технологию моделирования, но и исследовать качество генератора. Известно, что с увеличением числа испытаний (выборок) результат моделирования должен приближаться к теоретическому значению. Отклонение от этой тенденции может показать расположение в генерируемой последовательности «плохих» периодов работы генератора. Данная методика позволяет оценить случайные погрешности измерений и влияние геометрии опорной геодезической сети на точность определения величины и направления смещения грунтовых реперов и выявить реальные деформации. В процессе геодезического мониторинга оползневых деформаций используются различные методы контроля за движением оползня. Покажем на примере рис. 1 возможности и точность измерения смещения грунтового репера Р относительно базовой линии 1-2 методом угловой засечки, линейной засечки и полярных координат.

Таблица 1

№ выборки	m_s	№ выборки	m_s	№ выборки	m_s
1	7.054	6	7.182	11	7.180
2	7.190	7	7.190	12	7.162
3	7.242	8	7.239	13	7.102
4	7.188	9	7.230	...	...
5	7.129	10	7.209	100	7.071

Ниже приведены результаты измерений координат репера Р с использованием различных методов и программ из математического обеспечения IBM, в том числе и с использованием распространенного ПО «Credo». Как показали расчеты, разброс координат, полученных различными методами различается на 3-4 мм, а точность составляет для метода прямой угловой засечки 2,87 мм, для метода линейной засечки 7,1 мм, для метода полярных координат- 5,4 мм.

Таким образом, при анализе действующих опасных процессов с помощью статистического моделирования определяют границы работоспособности системы и выполняют имитацию экспериментальных условий, которые могут возникнуть в процессе функционирования системы.

Раннее предупреждение и прогнозные оценки развития опасных природных процессов и явлений лучше всего могут осуществляться на основе

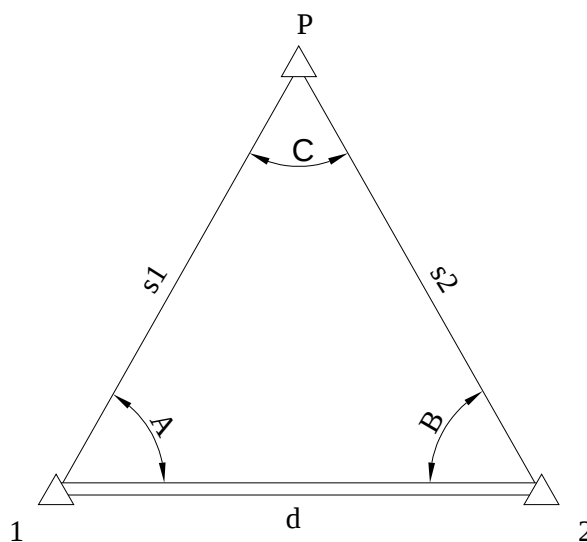


Рис. 1. Схема измерений относительно опорных точек 1-2

современных геоинформационных технологий, в том числе с использованием возможностей цифровых ГИС. Полученные выше результаты были внедрены на практике при проведении геодезического мониторинга оползневых процессов на территории г. Томска [1].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ольховатенко В.Е., Рутман М.Г., Лазарев В.М. Опасные природные и техноприродные процессы на территории г. Томска и их влияние на устойчивость природно-технических систем. Томск: Печатная мануфактура, 2005. – 152 с.

© В.М. Лазарев, 2010