

ГЕОДЕЗИЯ

УДК 528.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПРОЕКЦИЙ ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ЕВРОПЕЙСКИХ ГОСУДАРСТВ В РАМКАХ БАЗЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ

И.В. ЕВГЛЕВСКИЙ

(Научно-исследовательский институт Вооруженных Сил Республики Беларусь, Минск)

Предлагается вариант реализации базы знаний в рамках геоинформационных систем для выбора параметров проекций, наиболее подходящих для отображения территорий государств. Приведены параметры таких проекций для европейских стран.

Структурированная база геодезических данных, построенная по реляционному принципу и содержащая элементы базы знаний, позволяет решать практически все прикладные задачи геодезии, в том числе:

- изучение взаимосвязи референсных и общеземных систем координат для ограниченных территорий;
- моделирование линейных искажений внутри изображаемой области;
- обоснование общегосударственных, региональных и локальных систем координат в геодезических проекциях и многие другие.

Процесс создания базы геодезических данных, основанной на реляционной модели данных, - это достаточно сложный и творческий процесс, не имеющий четко выраженных границ отдельных этапов, но обязательно включающий в себя следующие действия:

- исследование вопроса возможности использования технологий информационных систем для решения поставленных геодезических задач, в том числе с использованием базы геодезических данных;
- выявление основных геодезических знаний о путях решения поставленных специальных задач, описываемых одним из способов в целях структурирования информационных потоков в предметной области;
- на основании описанных знаний определение сущностей, атрибутов и связей между ними в рамках отдельных пользовательских задач;
- объединение пользовательских задач в единую концептуальную структуру базы геодезических данных;
- реализация концептуальной схемы базы геодезических данных в реляционной модели данных.

Предназначенная для решения широкого спектра геодезических задач база геодезических данных должна иметь общий ресурс данных и интерфейс, состоящий из пользовательских форм для каждой конкретной задачи. В техническом плане при наличии единых для всех задач объектов развитие базы геодезических данных будет заключаться в присоединении к существующим объектам (таблицам) других объектов и создании дополнительных форм визуализации исходных данных или результатов вычислений. Это существенно облегчает процесс организации решения геодезических задач и упрощает его в сравнении с использованием программирования для этих же целей.

Удобство применения базы геодезических данных для решения перечисленных задач заключается в возможностях упрощенного получения результатов вычислений, их хранения и сравнении между собой в различных формах.

Рассмотрим задачу определения оптимальной геодезической проекции для территорий европейских государств в рамках базы геодезических данных на основе общего алгоритма вычисления геодезических проекций, предложенного профессором В.П. Подшиваловым [1].

Для некоторой изображаемой области выбирается начальная точка с координатами B_o, L_o . Изображая ее в геодезической проекции, можно получить значения масштаба m_{max} , характеризующего наибольшие линейные искажения в различных точках области. Например, для поперечно-цилиндрической проекции - это точка с наибольшим значением $\Delta L_{max} = L - L_o$, для конической - точка с наибольшим значением $\Delta B_{max} = B - B_o$, а для азимутальной - точка, наиболее удаленная от начальной.

Вычислить значения масштабов в критических точках можно при помощи решения прямой задачи, для которой геодезические линии на эллипсоиде изображаются на плоскости в выбранной геодезической проекции. Начальная точка геодезической линии должна соответствовать начальной точке проекции (поверхности), а конечная - критической точке геодезической проекции (картографической проекции). Получив значения m_{max} для каждой геодезической проекции, можно определить масштаб m_o , оптимально распределяющий линейные искажения в изображаемых областях (1):

$$m_o = 2/(1 + m'_{max}). \quad (1)$$

При выборе оптимальной проекции следует сравнить полученные значения m_{max} для различных проекций и выбрать наиболее отличное от единицы значение, которое и будет использовано в (1).

Рассмотрим вопрос выбора оптимальной геодезической проекции на примере Австрии. Введем последовательно в базу геодезических данных сведения об объектах, составляющих геодезическую проекцию, предполагаемую к анализу, и геодезических линиях, на концах которых получим масштабы их изображения и линейные искажения на плоскости (рис. 1 - 4).

№ Геодезической линии	B_i	L_i	B_k	L_k
1	49	15,08333333	46,33333333	14,58333333
2	47,25	9,5	48	17,16666667

№ Геодезической линии	D_{ikl}	A_{ik}	A_{ki}	Примечание
1	298862	187,40396966	7,03424855	СЮ Австрии
2	582022	78,94457095	264,61229008	ЗВ Австрии

Рис. 1. Сведения об объекте «Геодезическая линия»

№ Эллипсоида	Название эллипсоида	a	e	e'
1	Красовского, 1940 г.	6378245	0,0818133344	0,0820885222
2	Хейфорда, 1910 г.	6378388	0,0819918855	0,0822688851
3	Гельмерта, 1907 г.	6378200	0,0818133234	0,0820885111
4	Кларка, 1880 г.	6378249	0,0817859581	0,0820608688
5	Бесселя, 1841 г.	6377397	0,0816968046	0,0819708140
6	Воснно-картографической службы США	6378270	0,0819932226	0,0822702358
7	WGS-84	6378137	0,0818191828	0,0820944298
8	Эвереста, 1857 г.	6377276	0,0814732098	0,0817449683

№ Поверхности	B_n	B_s	L_w	L_e	M_o
1	49	46,3333333333	9,5	17,1666666666	1

№ Картографической проекции	Название картографической проекции
1	Поперечно-цилиндрическая проекция (ПЦП)
2	Коническая проекция
3	Азимутальная проекция

№ Геодезической проекции	№ Поверхности	№ Эллипсоида	№ Картографической проекции	Примечание
1	1	7	1	ПЦП на WGS-84
2	1	7	2	Коническая на WGS-84
3	1	7	3	Азимутальная на WGS-84

Рис. 2. Сведения об объектах, составляющих композиционный объект «Геодезическая проекция»

№ Геодезической проекции	№ Геодезической линии	M_i	M_k
1	1	1,00027901	1,00003584
1	2	1,00101013	1,00102457
2	1	1,00035005	1,00018973
2	2	1,00000195	1,00003636
3	1	1,00031602	1,00011251
3	2	1,00050210	1,00053370

Рис. 3. Значения масштабов в конечных точках геодезических линий

№ Геодезической проекции	№ Геодезической линии	$Dik2/dDik1$
1	1	6352
1	2	983
2	1	3705
2	2	52205
3	1	4667
3	2	1930

Рис. 4. Значения искажений в конечных точках геодезических линий

Основные численные характеристики оптимальной геодезической проекции для Австрии показаны в таблице 1.

Таблица 1

Основные величины, позволяющие выбрать вид и параметры оптимальной проекции для Австрии

Условные обозначения	Вид проекции		
	поперечно-цилиндрическая	коническая	азимутальная
B_n		49°	
L_n		15°05'	
m_n	1,00027901	1,00035005	1,00031602
B_s		46°20'	
L_s		14°35'	
m_s	1,00003584	1,00018973	1,00011251
B_w		47°15'	
L_w		9°30'	
m_w	1,00101013	1,00000195	1,00050210
B_e		48°00'	
L_e		17°10'	
m_e	1,00102457	1,00003636	1,00003636
$(\delta S/S)_{max}$	980	3700	1930
m_{opt}		0,999826	

Таким образом, оптимальной для Австрии является коническая проекция Ламберта со значением масштаба в центральной точке поверхности 0,999826, что позволяет достичь линейных искажений на границах государства до значения 1:7 400.

В качестве иллюстрации приведем сведения о линейных искажениях, возникающих в проекциях со значением масштаба в центральной точке проекции $m = 1$ (табл. 2), и оптимальных геодезических проекциях на эллипсоиде WGS-84 для некоторых европейских государств, полученных в рамках базы геодезических данных и уменьшающих линейные искажения (табл. 3) более чем в два раза.

Таблица 2

Линейные искажения в проекциях европейских государств

Государство	Проекция поперечно-цилиндрическая	Проекция коническая	Проекция азимутальная
1	2	3	4
Австрия	1:980	1:3700	1:1930
Албания	1:34420	1:2920	1:5690
Бельгия	1:4050	1:6590	1:10620
Болгария	1:1230	1:2920	1:2270
Босния и Герцеговина	1:3020	1:3480	1:4580
Великобритания	1:760	1:340	1:660
Венгрия	1:1200	1:3280	1:2160
Германия	1:800	1:440	1:860
Греция	1:270	1:560	1:400

Продолжение табл. 2

1	2	3	4
Дания	1:4420	1:2620	1:4490
Ирландия	1:4190	1:2050	1:3460
Исландия	1:1210	1:3280	1:2370
Испания	1:290	1:430	1:410
Италия	1:330	1:240	1:450
Македония	1:7600	1:11700	1:14730
Нидерланды	1:4490	1:3480	1:5540
Норвегия	1:220	1:140	1:200
Польша	1:680	1:770	1:1130
Португалия	1:3700	1:980	1:1800
Румыния	1:590	1:1200	1:1180
Сербия и Черногория	1:2870	1:1450	1:2730
Словакия	1:1860	1:7840	1:3620
Словения	1:5140	1:11710	1:9240
Финляндия	1:1210	1:240	1:480
Франция	1:390	1:340	1:520
Хорватия	1:1400	1:1510	1:2190
Чехия	1:1370	1:3940	1:2600
Швейцария	1:2900	1:6580	1:5340
Швеция	1:710	1:130	1:260

Таблица 3

Оптимальные проекции европейских государств

Государство	Оптимальная проекция	Значение масштаба в центральной точке	Линейные искажения в оптимальных проекциях
Австрия	Коническая	0,999826	1:7400
Албания	Поперечно-цилиндрическая	0,999948	1:70010
Бельгия	Азимутальная	0,999912	1:22130
Болгария	Коническая	0,999784	1:6120
Босния и Герцеговина	Азимутальная	0,999862	1:10020
Великобритания	Поперечно-цилиндрическая	0,999344	1:1570
Венгрия	Коническая	0,999805	1:6810
Германия	Азимутальная	0,999390	1:1790
Греция	Коническая	0,999001	1:1140
Дания	Азимутальная	0,999887	1:10000
Ирландия	Поперечно-цилиндрическая	0,999872	1:8900
Исландия	Коническая	0,999813	1:7000
Испания	Коническая	0,998725	1:900
Италия	Азимутальная	0,998803	1:1000
Македония	Азимутальная	0,999961	1:30260
Нидерланды	Азимутальная	0,999875	1:12360
Норвегия	Поперечно-цилиндрическая	0,997450	1:470
Польша	Азимутальная	0,999543	1:2340
Португалия	Поперечно-цилиндрическая	0,999829	1:7800
Румыния	Коническая	0,999512	1:2570
Сербия и Черногория	Поперечно-цилиндрическая	0,999820	1:6110
Словакия	Коническая	0,999909	1:17240
Словения	Коническая	0,999935	1:23700
Финляндия	Поперечно-цилиндрическая	0,999563	1:2540
Франция	Азимутальная	0,999008	1:1210
Хорватия	Азимутальная	0,999756	1:4820
Чехия	Коническая	0,999835	1:8060
Швейцария	Коническая	0,999924	1:13150
Швеция	Поперечно-цилиндрическая	0,999228	1:1520

С помощью баз геодезических данных, формирующих координатную среду геоинформационных систем на основе общего алгоритма вычисления геодезических проекций, можно:

- моделировать искажения в заданных областях земной поверхности;
- проектировать общегосударственные, региональные и локальные системы координат для выполнения специальных работ;
- осуществлять выбор оптимальных проекций для выполнения геодезических работ;
- проводить научные исследования, связанные с учетом изменений параметров земного эллипсоида в геодезических проекциях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Подшивалов В.П. Теоретические основы формирования координатной среды для геоинформационных систем. - Новополоцк, ПГУ, 1998. - 126 с.