

В общем виде структурная схема технологических процессов функционирования системы оперативного контроля за состоянием лесов на основе аэрокосмических и наземных измерений с использованием методов цифровой обработки аэрокосмической информации может быть представлена следующим образом: ядром системы служит наземная персональная станция приема космической информации, работающая в реальном масштабе времени пролета спутника над территорией устойчивого приема информации станцией. Функционально станция соединена спецканалами связи с тематическими ГИС-системами, архивами и базами данных.

Основными технологическими этапами работ являются: планирование комплексных контактно-дистанционных работ по оперативному лесопатологическому мониторингу, анализ наличия (достаточности) наземной информации на район исследований, ввод информации в средства обработки (в т. ч. и предварительной), дешифрирование и тематическая интерпретация полученной информации, ввод обработанной информации в тематические базы данных, представление полученных данных пользователям.

УДК 528.23

В. Ф. Нестеренок, доцент

ВЫБОР КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ГИС «ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ»

In given clause the choice of a rational projection for forest mapping is proved, and also is dismissed the size of territory for application of local system of rectangular flat coordinates.

Современные геоинформационные системы конкретного назначения (лесные, сельскохозяйственные, городские и др.) представляют составную часть государственного кадастра, и поэтому все они должны опираться на общую картографическую основу, т. е. на единую систему государственных геодезических координат в оптимальной картографической проекции с возможностью вписания в нее с пренебрегаемыми искажениями местных систем прямоугольных координат, широко распространенных в практике крупномасштабного ведомственного картографирования (1:10 000 и крупнее).

Исходя из практически достаточной точности составления лесных планшетов масштаба 1:10 000 рекомендуется допустимую погрешность планового положения опорных точек в местной системе координат установить равной 0,3 мм на плане или 3 м на местности. Местные координаты обеспечивают наиболее простое выполнение наземных съемочно-геодезических работ. Спутниковые методы определения координат опорных точек при съемках лесов различными методами также следует сочетать с применением местных систем прямоугольных координат за счет математических преобразований мировой геоцентрической системы WGS-84 в местную, региональную или общегосударственную систему в выбранной картографической проекции. В данной статье обосновывается выбор рациональной проекции для лесного картографирования и кадастра в целом, а также рассматривается выбор размеров территории для применения местной системы прямоугольных плоских координат.

С целью объединения ГИС в общегосударственной системе координат РБ в работе [1] предложены конформные (равноугольные) проекции для перехода от изображения земной поверхности на земном эллипсоиде к ее изображению на плоскости. Чтобы уменьшить искажения расстояний согласно [1], масштаб поперечно-цилиндрической проекции в центральной точке принят равным $m_0 = 0,9992824$; для конической проек-

ции $m_0 = 0,999515$; для азимутальной проекции $m_0 = 0,999568$, т.е. в зоне математически нулевых и минимальных искажений за счет масштаба расстояния длиной 5 км в проекции укорачиваются соответственно на 3,6; 2,4 и 2,2 м.

Использование масштаба $m_0 < 1$ для лесного картографирования ограниченных территорий нерационально, поскольку усложняются расчеты координат опорных точек. Оптимальным будет масштаб проекции в центральной точке $m_0 = 1$. Последнему условию отвечает проекция Гаусса – Крюгера для зональной системы прямоугольных координат, принятой в РБ для составления топографических карт. Ширина зоны составляет 6° по долготе или в среднем около 400 км с запада на восток на географической широте Беларуси, территория которой расположена в трех 6-градусных зонах с осевыми меридианами 21° , 27° и 33° . Рассмотрим искажения данной проекции по показателям: 1) масштаб изображения; 2) искажения расстояний.

Масштаб проекции на плоскость в окрестностях данной точки определяется достаточно точно для анализа формулой

$$m = 1 + y^2 / 2R^2, \quad (1)$$

где y – ордината точки (расстояние от осевого меридиана); R – радиус кривизны земного эллипсоида, вычисляемый по формуле $R = \sqrt{MN} = 6384450$ м (здесь M – радиус меридиана для средней широты территории республики, $B_{cp} = 53,6^\circ$; N – радиус первого вертикала для той же широты).

Искажения расстояний можно рассчитать по формуле, полученной упрощением соответствующей зависимости из:

$$\Delta s = s/2 \times (1 + e^2 \cos^2 B)^2 (y_m/c)^2, \quad (2)$$

где $c = a^2/b = 6399600$ – элемент земного эллипсоида; $e^2 = 0,0067384$ – второй эксцентриситет земного эллипсоида; B – геодезическая широта места; y_m – среднее значение ординаты для линии длиной s .

Приняв среднее значение широты $B = 53,6^\circ$, для территории РБ получим упрощенные формулы (2) для анализа смещений точек в проекции Гаусса – Крюгера:

$$\Delta s = 0,502376s(y_m/6399600)^2. \quad (3)$$

Согласно формуле (1), масштаб рассматриваемой проекции нелинейно возрастает при удалении от осевого меридиана 6-градусной зоны, поэтому ординаты проецируемых точек нелинейно увеличиваются на величину редукции (поправки) Δy , которую можно рассчитать по формуле

$$\Delta y = \sum \Delta s_i, \quad (4)$$

где Δs_i – редукция расстояния на отрезке линии длиной s_i .

Данные таблицы показывают, что на широте Беларуси зоны наибольших искажений масштаба проекции находятся в 200–205 км к западу и востоку от осевого меридиана 27° , где для $y = 205$ км $m = 1,0005155$, или $m = 1 + 1/1940$, а относительное искажение расстояний в проекции равно $\Delta s/s = 1/1940 \approx 1/2000$. Такие искажения соответствуют относительной точности прокладки теодолитных ходов (1:2000), а в пределах площади 5×5 км, картографируемой на планшете масштаба 1:10 000, абсолютная величина искажения расстояния в 5 км равна $\Delta s = 5000 \times 1/1940 \approx 2,6$ м, или меньше 0,3 мм

в масштабе плана для диагональных расстояний на планшете максимальное искажение $\Delta s = (1/1940) \times 5000 \times \sqrt{2} = 3,64$ м, или $\approx 0,4$ мм в масштабе плана.

Таблица

Численные характеристики масштаба проекции и редукции линий в проекции Гаусса – Крюгера для различных ординат

Ордината y , км	Масштаб m	Искажение Δs линии длиной 5 км, м	Редукция при $\Delta s = 10$ км	
			Расстояние $s \approx y$, км	Редукция Δy , м
0	1	0	–	–
10	1,0000012	+0,006	10	+0,003
30	1,0000110	+0,055	30	+0,107
50	1,0000307	+0,153	50	+0,506
100	1,0001227	+0,611	100	+4,078
150	1,0002747	+1,374	150	+13,785
195	1,0004664	+2,332	190	+38,026
200	1,0004907	+2,453	200	+32,290
205	1,0005155	+2,578	210	+37,845

Для уменьшения искажений проекции и соответственно для производства наземных съемочных работ без введения поправок в расстояния рекомендуются местные системы прямоугольных координат формально в проекции Гаусса – Крюгера на территории ПЛХО протяженностью с запада на восток $2y$ до 50–60 км (около $1,5$ – $1,8^\circ$ по долготе). Величины искажений в случае $2y \approx 30 \times 2 = 60$ км практически ничтожны (табл. 1).

Осевой меридиан (ось абсцисс) для территории каждого ПЛХО назначается приблизительно в средней ее части. Начало счета абсцисс ($X = 0$) выбирается южнее южной границы территории. Для избежания отрицательных местных ординат они преобразуются в условные увеличением, например, на 100 км. Определяются также ключевые числа перехода от абсцисс и ординат местной системы к государственным зональным.

Лесоустроительные планшеты, как известно, служат основой для составления лесных карт специального назначения в более мелких масштабах и картографической основой соответствующих ГИС, для которых искажения проекции в пределах территории РБ пренебрегаемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Подшивалов В. П. Теоретические основы формирования координатной среды для геоинформационных систем. – Новополоцк: ПГУ, 1998. – 55 с.
2. Морозов В. П. Курс сфероидической геодезии. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1979. – 208 с.