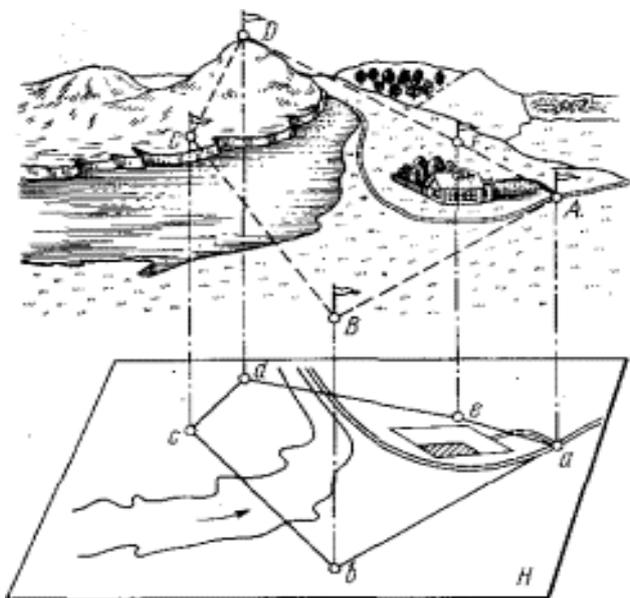


## Лекция 2. Топографические планы и карты. Масштабы.

### 2.1. План, карта, профиль.

Поверхность Земли изображают на плоскости в виде **планов, карт, профилей**.

При составлении планов сферическую поверхность Земли проецируют на горизонтальную плоскость и полученное изображение уменьшают до требуемого размера. Как правило, в геодезии применяют метод **ортогонального проецирования** (рис. 1.). Сущность его состоит в том, что точки местности переносят на горизонтальную плоскость по отвесным линиям, параллельным друг другу и перпендикулярным горизонтальной плоскости. Например, точка *A* местности (перекресток дорог) проецируется на горизонтальную плоскость *H* по отвесной линии *Aa*, точка *B* — по линии *Bb* и т. д., точки *a* и *b* являются **ортогональными проекциями** точек *A* и *B* местности на плоскости *H*.



Полученное на плоскости изображение участка земной поверхности уменьшают с сохранением подобия фигур. Такое уменьшенное изображение называется **планом местности**. Следовательно, **план местности** — это уменьшенное подобное изображение горизонтальной проекции участка поверхности Земли с находящимися на ней объектами.

Однако план нельзя составить на очень большую территорию, так как сферическая поверхность Земли не может быть развернута в

плоскость без складок или разрывов. *Изображение Земли на плоскости, уменьшенное и искаженное вследствие кривизны поверхности, называют картой.*

Для построения карт точки и линии местности проектируют нормальными на поверхность эллипсоида, а затем поверхность эллипсоида по определенным математическим законам изображают на плоскости.

*Таким образом, и план, и карта — это уменьшенные изображения земной поверхности на плоскости.* Различие между ними состоит в том, что при составлении карты проецирование производят с искажениями поверхности за счет влияния кривизны Земли, на плане изображение получают практически без искажения.

*Профилем местности называется уменьшенное изображение вертикального разреза земной поверхности по заданному направлению.* Как правило, разрез местности (рис. 1.5, а) представляет собой кривую линию  $ABC...G$ . На профиле (рис. 1.5, б) она строится в виде ломаной линии  $abc...g$ . Уровненную поверхность изображают прямой линией; для большей наглядности вертикальные отрезки (высоты, превышения) делают крупнее, чем горизонтальные (расстояния между точками).

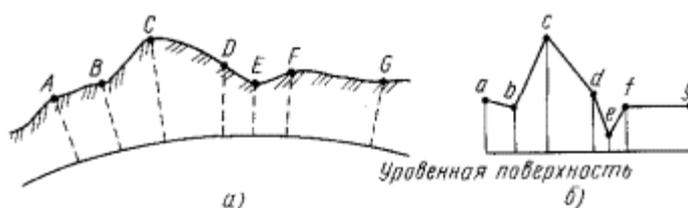


Рис. 1.5. Разрез (а) и профиль (б) местности

## 2.2. Масштаб, точность масштаба.

Для составления планов, карт и профилей результаты измерений линий на местности уменьшают в несколько сотен или тысяч раз. На степень этого уменьшения указывает масштаб.

**Масштаб** – это отношение длины  $s$  линии на плане, или карте к длине  $S$  горизонтального проложения, соответствующей линии на местности.

$$\frac{1}{M} = \frac{s}{S_M}$$

Различают *численный* и *графические* масштабы; к последним относятся линейный, поперечный и переходный масштабы.

**Численный масштаб.** Численный масштаб выражается в виде дроби, числитель которой равен единице, а в знаменателе стоит число  $M$  – знаменатель масштаба плана, показывающее степень уменьшения горизонтальных проложений. На топографических картах численный масштаб подписывается внизу листа карты в виде  $1:M$ , например,  $1:10000$ . Если длина линии на карте равна  $s$ , то горизонтальное проложение  $S$  линии местности будет равно:

$$S = s * M . (1)$$

В нашей стране приняты следующие масштабы топографических карт:  $1:1\ 000\ 000$ ,  $1:500\ 000$ ,  $1:200\ 000$ ,  $1:100\ 000$ ,  $1:50\ 000$ ,  $1:25\ 000$ ,  $1:10\ 000$ . Этот ряд масштабов называется стандартным.

**Линейный масштаб.** Линейный масштаб – это графический масштаб; он строится в соответствии с численным масштабом карты в следующем порядке:

- проводится прямая линия и на ней несколько раз подряд откладывается отрезок  $a$  постоянной длины, называемый основанием масштаба (при длине основания  $a=2$  см линейный масштаб называется нормальным); для масштаба  $1:10\ 000$   $a$  соответствует 200 м,
- у конца первого отрезка ставится нуль,
- влево от нуля подписывают одно основание масштаба и делят его на 20 частей,
- вправо от нуля подписывают несколько оснований,
- параллельно основной прямой проводят еще одну прямую и между ними прочерчивают короткие штрихи (рис.1).

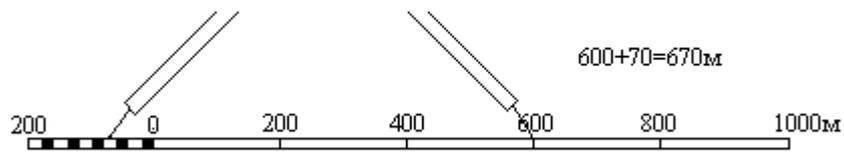


Рис.1

Линейный масштаб помещается внизу листа карты. Порядок пользования линейным масштабом:

- измерить длину линии на карте, зафиксировав ее раствором циркуля-измерителя,
- затем одну ножку циркуля ставят на штрих, разделяющий основания так, чтобы другая ножка попала на левое основание.
- Считывают с масштаба два отсчета:  $N_1$  - по правой игле и  $N_2$  - по левой; длина линии равна сумме отсчетов

$$S = N_1 + N_2 ;$$

сложение отсчетов выполняют в уме.

**Поперечный масштаб.** Проведем прямую линию CD и отложим на ней несколько раз основание масштаба - отрезок а длиной 2 см (рис.2). В полученных точках восстановим перпендикуляры к линии CD; на крайних перпендикулярах отложим  $m$  раз вверх от линии CD отрезок постоянной длины и проведем линии, параллельные линии CD. Крайнее левое основание разделим на  $n$  равных частей. Соединим  $i$ -тую точку основания CA с  $(i-1)$ -й точкой линии BL; эти линии называются *трансверсалими*. Построенный таким образом масштаб называется *поперечным*.

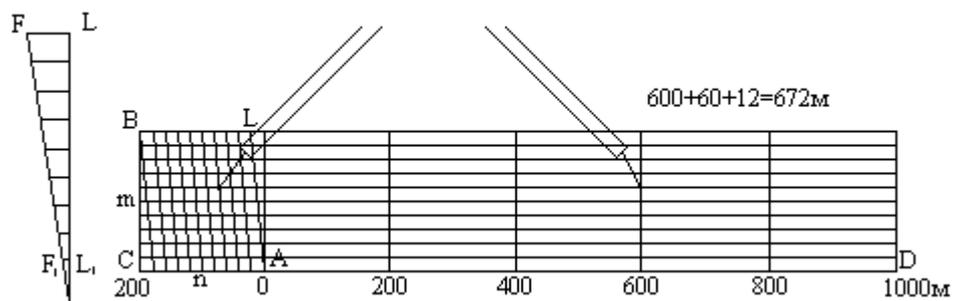


Рис.2

Если основание масштаба равно 2 см, то масштаб называется нормальным; если  $m = n = 10$ , то масштаб называется сотенным.

Наименьшее деление поперечного масштаба равно отрезку  $F_1L_1$ ; на такую длину отличаются два соседних параллельно расположенных отрезка при движении вверх по трансверсали и по вертикальной линии. Теория

поперечного масштаба заключается в выводе формулы цены его наименьшего деления.

Рассмотрим два подобных треугольника  $AF_1L_1$  и  $AFL$ , из подобия которых следует:

$$\frac{F_1L_1}{FL} = \frac{AL_1}{AL},$$

(2)

откуда  $F_1L_1 = FL \cdot (AL_1 / AL)$ .

По построению  $FL = a/n$  и  $(AL_1 / AL) = 1/m$ . Подставим эти равенства в формулу (2) и получим:

$$F_1L_1 = \frac{a}{m \cdot n}.$$

(3)

При  $m = n = 10$  имеем  $F_1L_1 = a/100$ , то-есть, у сотенного масштаба цена наименьшего деления равна одной сотой доле основания.

Порядок пользования поперечным масштабом:

- циркулем-измерителем зафиксировать длину линии на карте,
- одну ножку циркуля поставить на один из перпендикуляров, разделяющих основание, а другую - на любую трансверсаль, при этом обе ножки циркуля должны располагаться на одной линии, параллельной линии CD,

- длина линии составляется из трех отсчетов: отсчет целых оснований, умноженный на цену основания, плюс отсчет делений левого основания, умноженный на цену деления левого основания, плюс отсчет делений вверх по трансверсали, умноженный на цену наименьшего деления масштаба. Точность измерения длины линий по поперечному масштабу оценивается половиной цены его наименьшего деления.

*Точность масштаба.* Карта или план - это графические документы. Принято считать, что точность графических построений оценивается величиной 0.1 мм. *Длина горизонтального проложения линии местности, соответствующего на карте отрезку 0.1 мм, называется **точностью масштаба**.*

Так, для плана масштаба 1/5000 точность масштаба будет  $0,1 \cdot 5000 = 0,5$  м.

Практический смысл этого понятия заключается в том, что детали местности, имеющие размеры меньше точности масштаба, на карте в масштабе изобразить невозможно, и приходится применять так называемые внемасштабные условные знаки.

Кроме понятия "точность масштаба" существует понятие "точность плана". Точность плана показывает, с какой ошибкой нанесены на план или карту точечные объекты или четкие контуры. Точность плана оценивается в большинстве случаев величиной 0.5 мм; в нее входят ошибки всех процессов создания плана или карты, в том числе и ошибки графических построений.

### 2.3. Понятие о лесных планах и картах. Условные знаки.

Лесные карты и планы отображают размещение, качественной и количественной характеристики лесов. По назначению они делятся на оперативно-хозяйственные, справочные и учебные.

Наибольшее практическое значение имеют *оперативно-хозяйственные К. л.*, необходимые для ведения лесного хозяйства и планирования эксплуатации лесов. На крупномасштабных оперативно-хозяйственных К. л. (1: 5000 — 1: 50 000) — планах лесничеств и планах лесонасаждений — участки леса характеризуются по преобладающим породам, возрасту; особую группу составляют карты, передающие с максимальной подробностью классы бонитета, лесистость, типы леса, ареалы древесных пород и др. Преобладающие породы изображаются на К. л. цветным фоном, возраст леса — интенсивностью тона, остальные данные — дополнительными обозначениями. Планы лесонасаждений сводятся в карты лесхозов (1: 100 000 — 1: 200 000), показывающие площади, покрытые лесом, с разделением лесонасаждений по преобладающим породам и возрастным группам. На областных (или краевых) К. л. (1: 300 000 — 1: 1 000 000) отображают также организацию лесной территории и лесного хозяйства, предприятия по переработке древесины.

На *справочных К. л.* масштаба меньше 1: 1 000 000 изображаются площади лесов всей страны или крупных её районов с разделением по преобладающим породам.

На *учебных К. л.* даётся обобщённое изображение лесов с их разделением по породам. (См. *карту.*)

На топографических планах и картах изображается большое количество объектов местности- контуров с.х. угодий, лесов, кустарников, болот, прудов, рек и пр. совокупность этих объектов называется *ситуацией*.

Объекты местности, ситуация и некоторые формы рельефа изображаются на топографических картах условными знаками. Различают четыре типа условных знаков: масштабные, внесмасштабные, линейные и пояснительные.

*Масштабные условные* знаки служат для изображения объектов, занимающих определенную площадь и выражающихся в масштабе карты. Контур вычерчивают точечным пунктиром или

тонкой сплошной линией и заполняют условными значками леса, луга, сада, огорода, болота и т.д.

*Внемасштабные условные* знаки служат для показа объектов, не выражающихся в масштабе карты: геодезических пунктов, километровых столбов, теле- и радиовышек, фабрик, заводов, различного рода опор, и т.д. Местоположение объекта соответствует характерной точке условного знака, которая может располагаться в центре, условного знака, в середине его основания и т.д.

*Линейные условные* знаки служат для изображения линейных объектов: дорог, ЛЭП, линий связи, различных продуктопроводов и т.д. Масштаб по линии равен масштабу карты, а в поперечнике - на несколько порядков крупнее.

*Пояснительные условные* знаки служат для дополнительной характеристики объектов: у брода через реку подписывают глубину и характер грунта, у моста - его длину, ширину и грузоподъемность, у дороги - ширину проезжей части и характер покрытия и т.д.

Таблицы условных знаков для карт разных масштабов составляются в соответствии с этим делением объектов; они утверждаются государственными органами и издаются в форме обязательных для исполнения документов.

## 2.4. Разграфка и номенклатура топографических карт.

**Номенклатурой** называется система нумерации отдельных листов топографических карт и планов разных масштабов. Схема взаимного расположения отдельных листов называется **разграфкой**.

В нашей стране принята международная система разграфки и номенклатуры топографических карт; ее основой является лист карты масштаба 1:1 000 000.

Земной шар делится меридианами на  $6^\circ$  зоны, а параллелями на  $4^\circ$ . В результате между смежными параллелями создаются *поояса*, которые обозначаются заглавными буквами латинского алфавита от экватора к северу и к югу, а между смежными меридианами образуются *колонны*. Колонны имеют порядковые номера от 1 до 60. Нумерация колонн осуществляется от Тихоокеанской ветви Гринвичского меридиана.

Номенклатура листа карты миллионного масштаба составляется из буквы ряда и номера колонны, например, N-37(рис.1).

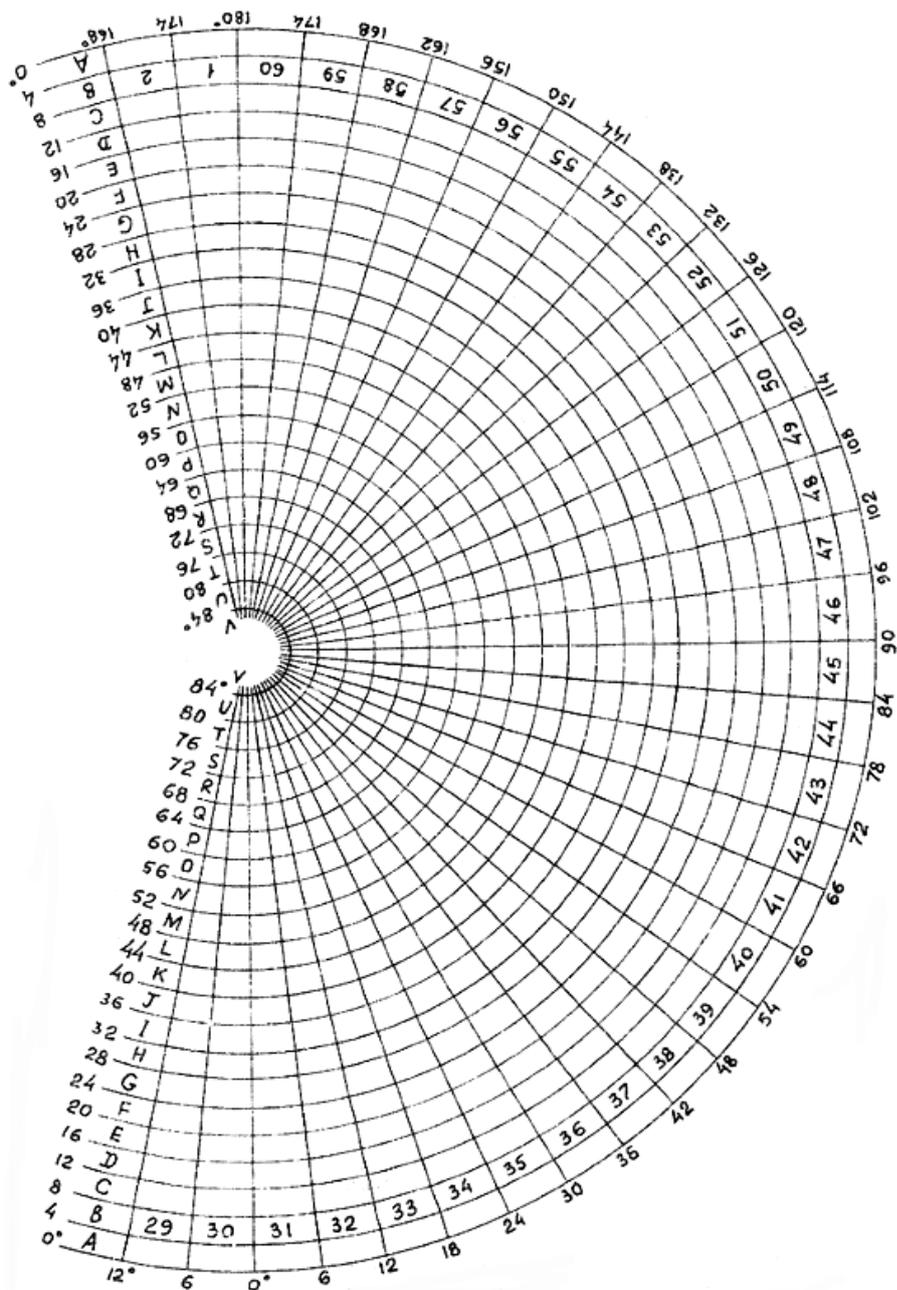


Рис.1. Схема расположения листов карты масштаба 1: 1 000 000

Листы карты масштаба 1:500 000 получают делением листа миллионного масштаба на 4 части средним меридианом и средней параллелью.

Размеры листа -  $3^{\circ}$  между меридианами и  $2^{\circ}$  между параллелями. Номенклатуру листа карты масштаба 1:500 000 получают, добавляя к номенклатуре миллионного листа справа прописную букву русского алфавита А, Б, В, Г, например, N-37-А.

Листы карты масштаба 1:200 000 получают делением листа миллионного масштаба на 36 частей меридианами и параллелями. Размеры листа -  $1^{\circ}$  между меридианами и  $40'$  между параллелями. Номенклатуру листа карты масштаба 1:200 000 получают, добавляя к номенклатуре миллионного листа справа римскую цифру от I до XXXVI, например, N-37-XXIV.

Листы карты масштаба 1:100 000 получают делением листа миллионного масштаба на 144 части меридианами и параллелями. Размеры листа -  $30'$  между меридианами и  $20'$

между параллелями. Номенклатуру листа карты масштаба 1:100 000 получают, добавляя к номенклатуре миллионного листа слева числа от 1 до 144, например, N-37-144.

Листы карты масштаба 1:50 000 получают делением листа масштаба 1:100 000 на 4 части средним меридианом и средней параллелью. Размеры листа - 15' между меридианами и 10' между параллелями. Номенклатуру листа карты масштаба 1:50 000 получают, добавляя к номенклатуре листа 1:100 000 справа прописную букву русского алфавита А, Б, В, Г, например, N-37-144-А.

Листы карты масштаба 1:25 000 получают делением листа масштаба 1:50 000 на 4 части средним меридианом и средней параллелью. Размеры листа - 7'30" между меридианами и 5' между параллелями. Номенклатуру листа карты масштаба 1:25 000 получают, добавляя к номенклатуре листа 1:50 000 справа строчную букву русского алфавита а, б, в, г, например, N-37-144-А-а.

Листы карты масштаба 1:10 000 получают делением листа масштаба 1:25 000 на 4 части средним меридианом и средней параллелью. Размеры листа - 3'45" между меридианами и 2'30" между параллелями. Номенклатуру листа карты масштаба 1:10 000 получают, добавляя к номенклатуре листа 1:25 000 справа цифру от 1 до 4, например, N-37-144-А-а-1.

Листы планов масштаба 1:5 000 получают делением листа масштаба 1:100 000 на 256 частей меридианами и параллелями. Размеры листа - 1'52.5" между меридианами и 1'15" между параллелями. Номенклатуру листа плана масштаба 1:5 000 получают, добавляя к номенклатуре листа карты 1:100 000 справа в скобках число от 1 до 256, например, N-37-144-(256).

Листы планов масштаба 1:2 000 получают делением листа масштаба 1:5 000 на 9 частей меридианами и параллелями. Размеры листа - 37.5" между меридианами и 25" между параллелями. Номенклатуру листа плана масштаба 1:2 000 получают, добавляя к номенклатуре листа плана 1:5 000 справа в скобках строчную букву русского алфавита от *a* до *и*, например, N-37-144-(256-и).

Сводная схема разграфки и номенклатуры топографических карт показана на рис.2.

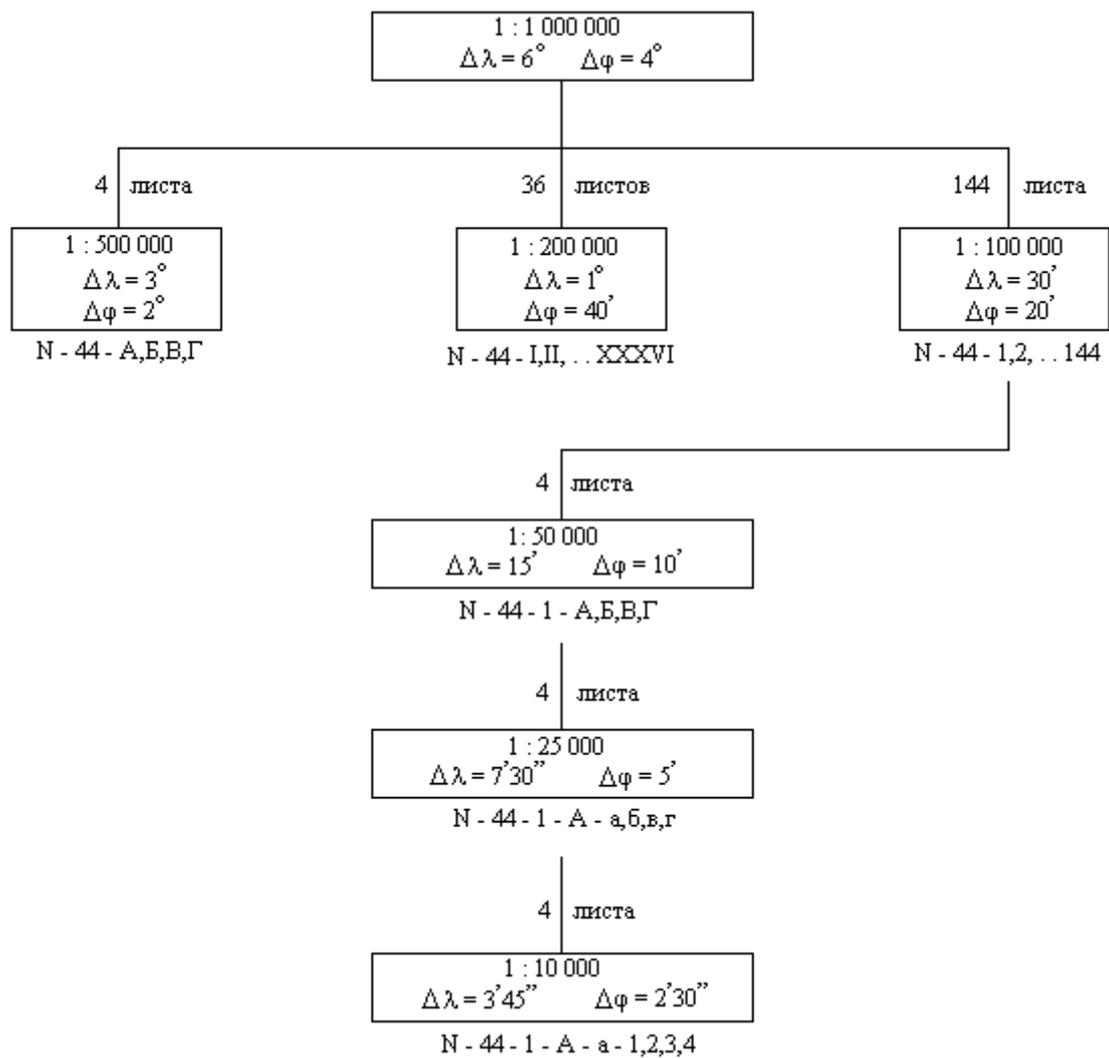


Рис.2. Сводная схема разграфки и номенклатуры топографических карт