

Kárpát József

AZ IZOMETRIKUS BARLANGTÉRKEPEKRŐL

ÖSSZEFOGLALÁS

A bonyolult térbeli barlanghálózatok áttekinthető bemutatására a hagyományos vetületi képeknél sokkal alkalmasabbak az izometrikus térképek, mivel három dimenziót jelenítenek meg. A tanulmány áttekinti ennek a barlangábrázolási módszernek geometriai alapjait, a szerkesztés végrehajtásának gyakorlati menetét, valamint vizsgálja alkalmazhatóságának korlátait és továbbfejlesztési lehetőségeit is.

A barlangok térképi ábrázolása sajátos geometriai problémákat vet fel. A háromdimenziós, szabálytalan felületekkel határolt üregek térbeli megjelenítése a hagyományos vetületi rajzokkal csak korlátozottan valósítható meg, mivel az alaprajz, a hossz- és keresztmetszvények egyidejű szemlélésével is nehéz a térformák képzeletbeli rekonstruálása. E problémák áthidalására születtek a különböző térbeli barlangábrázolásokat célzó törekvések, pl. a gipszmodell, a plasztikus benyomást keltő grafika, az axonometrikus és izometrikus térkép, amelyek közül a legelőnyösebb geometriai tulajdonságokkal az izometrikus rendszer rendelkezik.

Bár az izometrikus térképen alkalmazott összevonásokkal, redukciókkal bizonyos engedményeket teszünk a formakincs aprólékos visszaadásának rovására, az üregek térbeli koordinációját, egymáshoz viszonyított helyzetét az izometrikus térkép más módon elérhetetlen szemléletességgel adja vissza, még a térképolvasásban járatlanak is.

Az izometrikus ábrázolás alapelve

Az izometrikus ábrázolás lényege, hogy a barlangüregeket, alakjukat legjobban megközelítő geometriai testekké redukáljuk és meghatározott módon felvett térkoordinátarendszerben ábrázoljuk. A koordinátatengelyekkel párhuzamos élű testek biztosítják a geometriai kezelhetőséget. Az ilyen módon képzett modellt speciális helyzetű képsíkra vetítve szemléljük. A modellkoordinátarendszer, amelynek tengelyei az alkotóelemek, meghatározza az élék irányítottságát (X_m , Y_m , Z_m) és a képsík (X_k , Y_k) közötti kapcsolatot. Ezt az 1. ábra szemlélteti egy kocka izometrikus képének bemutatásával.

A kocka képe alapján megállapíthatók az izometrikus vetület jellemzői:

- a modellkoordinátatengelyek a képsíkbeli vízszintessel 30° -os szöget zárnak be,
- minden él azonos hosszban képeződik le, tehát a tengelyekkel párhuzamos irányban mérettorzulás nincs,
- a rálátás szöge minden lapra egyaránt 45° ,
- az axonometrikus rendszerrel szembeni előnye

a torzulásmentesség és a nagyobb szögű rálátás, ami a takarásokat csökkenti.

Egy adott pont modellkoordinátái és képsíki koordinátái között az alábbi összefüggés áll fenn:

$$\begin{aligned} X_k &= Y_m \cos 30^\circ - X_m \cos 30^\circ \\ Y_k &= Y_m \sin 30^\circ + X_m \sin 30^\circ + Z_m \end{aligned}$$

A modellkoordinátarendszer

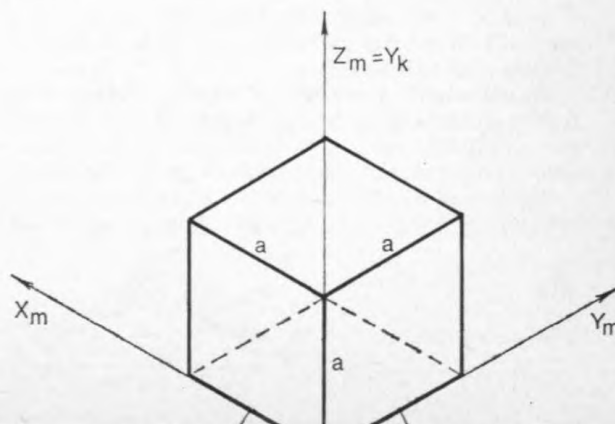
A járatok merőleges komponenseire bontásából eredő torzulásokat csökkenti és a szerkesztést megkönnyíti, ha a testek élének irányát megszabó modellkoordinátarendszer egyik vízszintes tengelyét a barlangüregek uralkodó kiterjedési irányával párhuzamosan vesszük fel. A jellemző járatirányokat elsősorban a területre jellemző tektonikus preformáció szabja meg, ami hazánkban leggyakrabban ÉNy—DK-i, ill. erre merőleges.

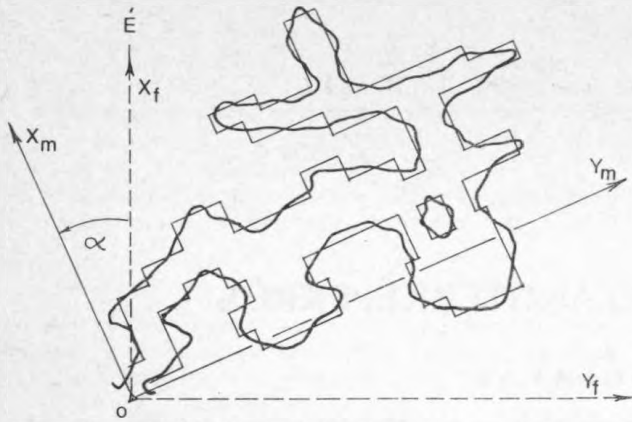
Az irányítottság statisztikus értéke a barlang alaprajzáról, vagy bonyolultabb esetben a járatirányok megoszlását adó kördiagrammról megállapítható.

A fentiek értelmében modellkoordinátarendszerünket az É-i tájolású felmérési koordinátahálózat origó körüli elforgatásával nyerjük. Az elforgatási szöveget α -val jelölve, egy pont modellkoordinátái a felmérési koordinátákból a következőképpen transzformálhatók:

$$\begin{aligned} X_m &= X_f \cos \alpha - Y_f \sin \alpha \\ Y_m &= X_f \sin \alpha + Y_f \cos \alpha \\ Z_m &= Z_f \end{aligned}$$

1. ábra. Kocka ábrázolása izometrikus vetületi rendszerben





2. ábra. A modellkoordináta-rendszer célszerű felvételi iránya és a járatkontúr redukálása ortogonális összevetőire

A transzformált felmérési koordináták vázát képezhetik a szintén izometrikus rendszerben készülő, de grafikai megoldásokkal szabálytalan felületeket alkalmazó, plasztikus hatású rajzoknak is. Ilyenekkel főleg francia barlangtani publikációkban találkozunk. E megoldás előnye, hogy az üregeket nem „szögletesíti”.

Az izometrikus térkép szerkesztése

Elméletileg minden barlangról szerkeszthető izometrikus térkép, azonban az alkalmazott geometriai redukciók (szögletesítés) miatt ennek létjogosultsága barlangtípusonként eltérő. Különösen sokat mondó és az áttekinthetőséget legelőnyösebben fokozó izometrikus térképek készíthetők:

- összetett, több aknás zombolyokról (pl. Vecsembüki-, Rejtekek-zomboly),
- tektonikusan permált szövevényes üregrendszerekről (pl. Ferenc-hegyi-barlang),
- nagy vertikális kiterjedésű víznyelőbarlangokról (pl. Jávorkúti-, Bújólik, Diabáz-barlang),
- hévizes barlanghálózatokról (pl. Pál-völgyi-, Mátyás-hegyi-barlang).

Korlátozottabban fejezhető ki izometrikus ábrázolással:

- gömbfülkesorokból álló hévizes barlangok (pl. Sátorkőpusztai-barlang),
- meanderező barlangfolyosók,
- egyenletesen lejtő folyosók (pl. Alba Regia-barlang), amelyeknek lépcsősítése a morfológiai jelleget meghamisítaná. (Ilyen esetekben előnyösebben kísérletezhetünk a 4. ábrán bemutatott plasztikus benyomást keltő grafikákkal.)

A munkához alapvetően szükséges a barlang megfelelő pontosságú, részletes térképe, amely az alaprajzi ábrázolás mellett hossz- és keresztmetszelvevényekre is ki kell terjedjen.

A valóság-hű izometrikus térkép elkészítéséhez fontos a barlang igen alapos ismerete, a részletes memorizálása, mely a jó tájékozódási alapul szolgáló formák előtérbe helyezésénél nyújt segítséget.

Az üregek merőleges komponenseire bontásához szükséges redukciók három dimenzióban egy-

idejűleg nehezen tekinthetők át. Ezért célszerű ezeket a szerkesztés megkezdése előtt legalább két hagyományos vetületi képen elvégezni.

Első lépésként az alaprajzon felvesszük a modellkoordináta-rendszer vízszintes tengelyeit, és ezeknek megfelelő irányban redukáljuk egyenes szakaszokká a kontúrokat (2. ábra).

Hasonlóan bontjuk összetevőire a hossz-szelvényt is. A redukált vetületi rajzok az izometrikus térkép tervrajzoként is felfoghatók, amelyről a szerkesztési méretadatok és a modellkoordináták is lemerhetők.

Alapvető kérdés a főirányoktól eltérő felületek szükséges lépcsősítésének sűrűsége. Ezt szubjektív módon úgy kell megválasztanunk, hogy az izometrikus kép az üreg valódi alakjára utaló benyomást keltse. A bontás sűrűsége a rajz méretarányától, a barlang jellegétől és a térkép igényelt részletességétől függ. A mikroformák ábrázolására nincs lehetőség, ezért törekedni kell az önálló, járatképet meghatározó nagyformák előtérbe helyezésére. Tekintve, hogy az apró részletek szerkesztése technikailag is nehéz, érdemes a rajzi munkát a tervezettnél 2–3-szor nagyobb léptékben végezni, majd azt fotóúton a kívánt méretre kicsinyíteni. Így részletekben gazdagabb, finomabb szerkezetű térképet nyerünk.

Az izometrikus térképen az üregrendszer csak egy — a rajzban rögzített irányból szemlélhető. A testeknek csak három lapja látható és közöttük gyakran kölcsönös takarások is fellépnek. A szerkesztéskor a négy lehetséges szemléleti irány közül azt célszerű választani, amely az üregrendszer koordinációját a legjobban láthatóvá teszi, ill. várhatóan a legkevesebb takarást adja. A célszerű szemléleti irány a barlang megfelelő számú magassági adattal megírt térképéről kiválasztható, figyelembe véve, hogy a fellépő takarások mértéke a járatok vetületi távolságának, mélységkülönbségének, szelvénymagasságának és a rálátás depressziószögének (45°) függvénye.

A takarások tovább csökkenthetők a járatok relatív helyzetének kismértékű torzításával is.

Amennyiben a tájékozódásban döntő fontosságú részlet takarásba kerül, szaggatott vonallal berajzolható. Meg kell jegyeznünk, hogy e megoldás gyakori alkalmazása az áttekinthetőség és plasztikus tészerűség rovására megy.

Az izometrikus térkép szerkesztését alapvetően térszemléletünkre támaszkodva végezzük a redukált vetületek folyamatos figyelemmel kísérése mellett. A grafikus alapon nyugvó szerkesztés óhatatlanul hibahalmozódáshoz, a valódi helytől való elcsavarodáshoz vezet. Szakaszonként ellenőrzési és korrekciós lehetőséget kapunk, ha a kellő sűrűségben kiválasztott pontokat térkoordinátáik alapján szerkesztjük fel, amelyek a mérethelyes és jó belső összhangú térkép vezérfonalát képezik.

A kész térkép vonalhalmaza által megadott testek áttekinthetősége, plasztikussága lényegesen növelhető, ha az azonos irányú függőleges határolólapokat sraffozással árnyékoljuk. A sraffozást célszerű a legkisebb összfelületet adó oldalakon elvégezni, de sohase adjunk tónust a tetőlapoknak.

Az izometrikus térképen az egyes pontok koordinátájának lemérése közvetlenül nem lehetséges, viszont ha a pont Z_m koordinátáját megadjuk, úgy másik két összerendezője is lemérhető. Ezért a térkép metrikus értékelhetősége érdekében célszerű a legjellemzőbb pontok Z_m koordinátáját megírni és az origót is feltüntetni.

A fentiekben vázolt szerkesztési technológiából eredően az izometrikus térképeknél a következő fontosabb korlátok jelentkeznek, a hagyományos ábrázolással szemben:

— A járatok határoló felületének ortogonális összetevőire bontása csökkenti a részletidomok alakhű kifejezhetőségét, így morfológiai kiértékelésre nem alkalmazható.

— A szerkesztés bizonyos mértékű szubjektivitása és az áttekinthetőség érdekében helyenként szándékosan alkalmazott torzítások a térkép pontosságát csökkentik.

— Az üregeket „kívülről” láttatjuk, így a kitöltésviszonyok, képződmények és a járatlapp domborzata nem ábrázolhatók.

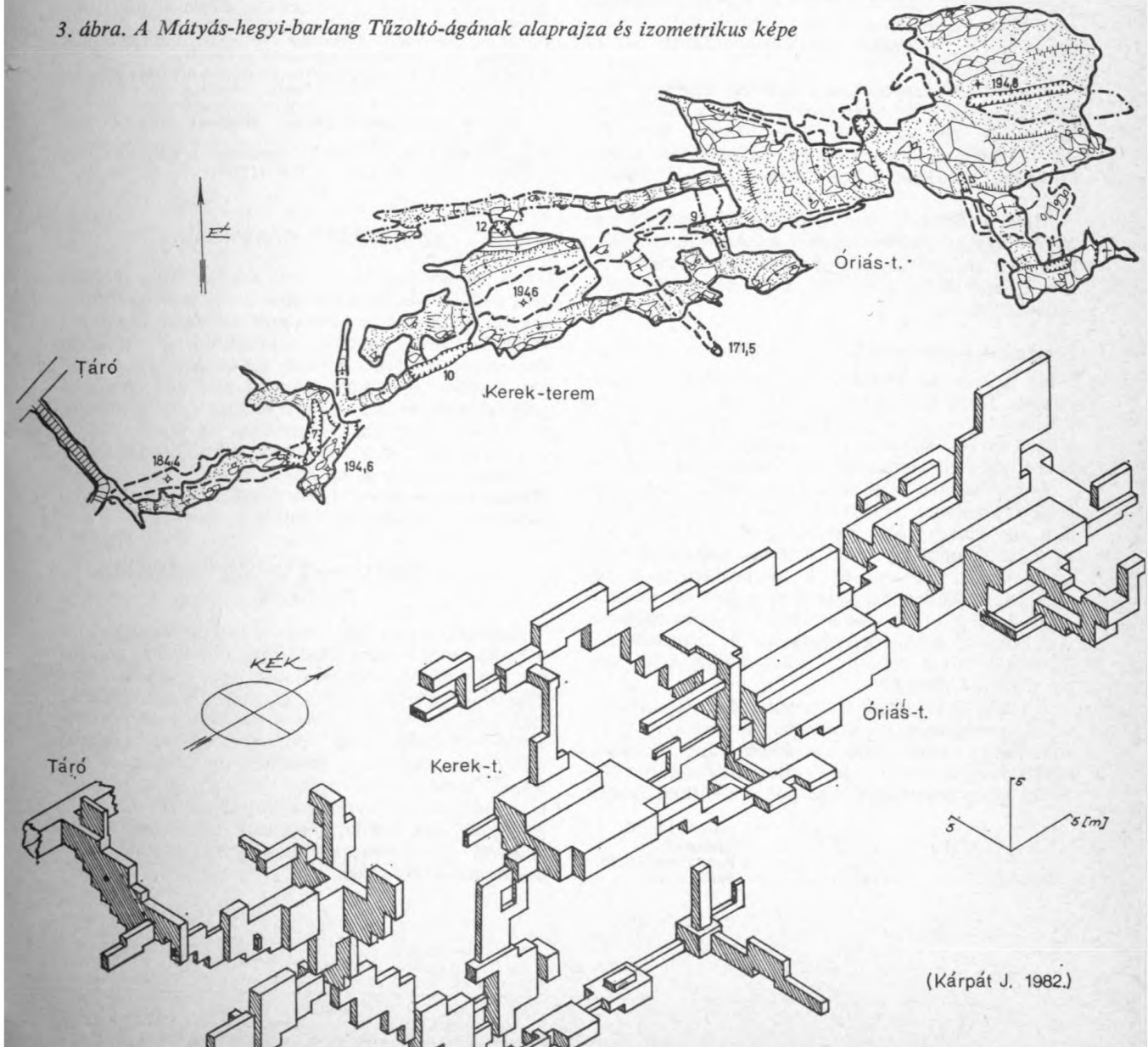
— Az egyirányú szemlélési lehetőségéből eredően, a takarásban levő járatrészekről nem kapunk információt, bár ennek hiányát a rajz térszerű hatása miatt közvetlenül nem érzékeli a szemlélő.

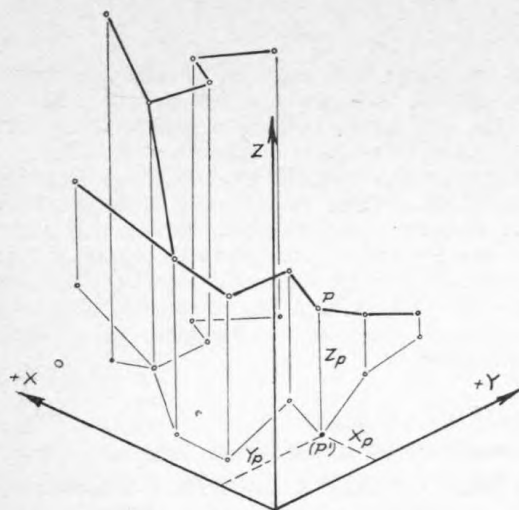
Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy az izometrikus ábrázolás bár inkább csak vázlatnak tekinthető, és önmagában nem elégséges egy barlang térképi bemutatásához, azonban alkalmazása a hagyományos vetületi rajzok információtartalmának kiegészítéséhez nyújt kitűnő szemléletességet illusztrációs lehetőséget, mint azt 3. ábrán is igyekszünk érzékeltetni.

Térbeli modell építése izometrikus térkép alapján

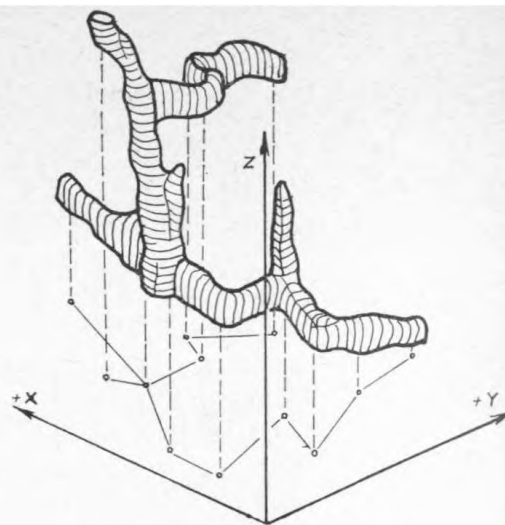
Térbeli modellek előállítására a múltban elsősorban a barlang szabálytalan felületeit szoborszerű alakhűséggel visszaadó kísérletek történtek, pl. gipsz alkalmazásával. Az izometrikus térkép egyszerűbb és gyorsabb lehetőséget kínál a modell megépítéséhez, amely egyben tervrajzoként is

3. ábra. A Mátyás-hegyi-barlang Tűzoltó-ágának alaprajza és izometrikus képe





4. ábra. Plasztikus benyomást keltő barlangi ábrázolás szerkesztése



tekinthető. Modellünket alapelemül választott egységnyi méretű összetevőkből (pl. 1 cm-es élhosszúságú kocka) állítjuk össze, így az izometrikus térképhez hasonló, geometriai testekké redukált térbeli modellt kapunk.

A tervezési alpnak szánt térképet úgy kell megszerkeszteni, hogy élei az építési alapelemek élhosszának egész számú többszöröse legyenek. Az alapelemek által alkotott hálózatot a rajzon feltétlenül ábrázolni kell, a méretezés megkönnyítése céljából.

Mivel a térbeli modell tetszőleges irányból szemlélhető, így az izometrikus rajzon takart, nem látható részletek alakhelyes megalkotása nehézségbe ütközik. E problémát a vetületi képekre támaszkodva hidalhatjuk át.

Plasztikus benyomást keltő térrajzok

Ha a barlang jellegének kifejezhetőségét a geometriai formákra való bontás kedvezőtlenül befolyásolná — pl. gömbfülkés v. meanderező barlangoknál —, akkor a szabálytalan felületek ábrázolására épülő alábbi módszer lehet célravezetőbb.

A szerkesztés alapját a felmérési sokszögvonallal képezi, amelynek pontjait térbeli koordinátái alapján, az alaprajzból kiindulva szerkesztjük fel. A sokszögvonallal így nyert térrejtésre támaszkodva, a felmérési vázlatok és a hagyományos térkép alapján, alakhűen megrajzoljuk a járatok szabálytalan határoló felületeit a sokszögvonallal ráépítve. Az üregek felületének formáit idomvonalakkal, ill. satírozással tehetjük plasztikusabbá és tészerűbbé (4. ábra).

A szerkesztés koordinátarendszerét az izometrikus v. axonometrikus elrendezésnek megfelelően is felvehetjük, de kedvezőbb szemléleti irány eléréséhez egyéb elrendezéseket — akár eltérő méretarányt képviselő koordinátarendszereket — is alkalmazhatunk.

Kárpát József
Budapest
Pusztaszeri út 5/b.
1025

IRODALOM

- B. SPRINCZ V. (1972): Az izometrikus (háromdimenziós) barlangábrázolás — *Karszt és Barlang*, I–II. p. 33.
 HIPMAN, P. (1982): Náznorné zobrazování složitých jeskynních systémů — *Československý kras*, 33. p. 13–25.
 KÁRPÁT J. (1979): Az izometrikus térképezési eljárás tapasztalatai — *Alba Regia csoport jelentése, kézirat*. p. 100–108.
 PÉTERY K. (1980): Axonometrikus barlangtérképek — *NME Közleményei, Miskolc I. sorozat, Bányászat* 28. 3–4. füzet, p. 190–192.
 WAAGSTRÖM, W. W. (1983): 3-dimensionale Darstellung von Höhlen — *Atlantis, Salzburg*, I. p. 31–34.

IZOMETRIC CAVE-MAPS

To demonstrate the spatial relationships of caves in a well-visible form the different stereo renditions are more suitable than conventional maps. The paper is dealing with cave-maps prepared according to the izometric system. The geometrical bases of the method are demonstrated and the practical principles of design and construction are dealt with in details. Though the method demonstrated is —because of distortions to be considered only as a sketch— which gives an excellent possibility of illustration of every documentation because of its clear graphical descriptiveness.

ОБ ИЗОМЕТРИЧЕСКИХ ПЕЩЕРНЫХ КАРТАХ

Для обзорного представления пространственных условий пещер более пригодными являются другие методы изображения пространства, чем обычные карты. Статья занимается пещерными картами, составленными в изометрической системе. Представляет геометрические основы метода и подробно излагает практические вопросы составления карт. Хотя из-за применяемых искажений представленный метод рассматривается как схема, он своей наглядностью к каждой документации дает отличную возможность иллюстрации.