

ПЕТЪР ТРАНТЕЕВ

ЮРИЙ ВЕЛИНОВ

КАРТИРАНЕ НА ПЕЩЕРИ И ПРОПАСТИ

Ръководството по картиране на пещери и пропасти ще бъде ценно помагало за стотиците български пещерняци. Авторите описват начините за отразяване на сложните пещерни форми, основните принципи на картирането. Разказана е накратко историята на картирането на българските пещери.

Идеята за създаване на ръководство по картиране на пещери и пропасти възникна преди около четири години в разговор между двамата автори, отразявайки назрялата необходимост от систематизиране на дългогодишния опит на българските пещерняци. По-задълбоченото обсъждане показва, че проблемът е доста сложен и съвсем слабо застъпен в литературата. Работата продължи няколко години до момента, когато неочакваната раздяла с видния български спелеолог и географ П. Трантеев прекъсна общия замисъл.

В настоящия вид на ръководството глави 2, 3, 4 и 8 са написани от Ю. Велинов. Глави 1, 5, 6 и 7 съдържат част от литературното наследство на П. Трантеев и са обработени и допълнени от Б. Трантеев. Малкият обем на ръководството наложи материалът да бъде изложен доста сухо и сбито. Някои въпроси останаха незасегнати.

Авторите изказват благодарност на бюрото на БФПД за оказаното съдействие при обсъждането на материала, подготовката на ръкописа и отпечатването му.

2. IV. 1981 г.
Ю. Велинов
Б. Трантеев

1. ВЪВЕДЕНИЕ

СЪЩНОСТ И ЗАДАЧИ НА КАРТИРАНЕТО НА ПЕЩЕРИТЕ

В дните, когато се пишеше тази книга, в Главната картотека на българските пещери имаше карти и описания на повече от 3100 пещери, пропасти и пропасти ни пещери. Това постижение е резултат на 20-годишната дейност както на Българската федерация по пещерно дело, така и на пещерните клубове в България или, с други думи, на стотиците български пещерници за хиляди часове под земята при условия, които трудно биха могли да се нарекат благоприятни.

Една от главните задачи на пещерното дело е да се подготвят млади хора, годни да откриват подземни обекти, да достигат крайните им точки по дължина или дълбочина, но заедно с това да умеят да представят в една или друга писмена форма тези обекти, т. е. да ги картират и подробно опишат колкото може по-точно и съвместно. Последното означава изследваните пещери да имат отлично подготвен паспорт. Защо се изисква това от пещерниците? Защото картирането е в самата същност на пещерното дело.

И освен това трябва да се има пред вид и следното:

1. Пещерата е реална действителност и трябва да се документира и като природна забележителност.
2. Пещерата е сложно природно явление: нейното картиране ще ни помогне да изучим начина на образуването, а често и нейната възраст, разположението ѝ в пространството, някои петрографски, геоложки и тектонски особености.
3. Пещерата има свои характерни форми, които я отличават от другите пещери и които, отразени върху картата ѝ, ще бъдат «снимката» към нейния личен паспорт. Тази снимка ще показва приликите и различията с други пещери.

Картата на пещерата може да бъде пътеводител на следващите посетители — прониквачи или специалисти в определена област, но при съвместно изработване е и научен документ, който може да бъде база за по-нататъшни научни изследвания.

Картата на пещерата е исторически документ, който доказва резултатите от извършената работа от съответната група.

Задача на картирането е чрез стандартни знаци върху контурите на двата главни плана (хоризонтален и вертикален) съгласно изискванията на инструкцията за картния фонд да се предаде максимална информация при минимум площ за вътрешното съдържание, форми и отчасти развитие на съответния обект върху хартия.

МАЛКО ИСТОРИЯ НА КАРТИРАНЕТО НА БЪЛГАРСКИТЕ ПЕЩЕРИ

В едновековната история на пещерното дело първите, макар и малки карти на карстовите райони с означените върху тях пещери, губилища и пропасти намираме в книгата на двамата братя чехи Херменгилд и Карел Шкорпил «Кражски пещери и извори», изд. 1900 г. На страница 8 има и карта на района на Глава Панега, където е отразена Голямата панежка пещера, сега «Долната». Картата на пещерата Топля при село Голяма Желязна е съставена от Илия Стоянов, асистент при Университета, приложена в неговия труд «Принос към предисторията на България — Пещерата Топля при Горна Желязна», отпечатан в трудовете на българското природоизпитателно дружество, кн 2, 1904 г.

От началото на века успоредно с братята Шкорпил работи и неуморимият български археолог Рафаил Попов. В неговите многобройни трудове най-ранната карта на пещера се намира в кн. 3 на списание «Естествознание», 1911 г., където е публикуван неговият труд «Малката пещера в Търновския дервент».

Значителен принос към картирането на пещерите има известният български географ карстовед Жеко Радев. Изследвайки карета в Западна Стара планина, Радев картира 12 пещери, като почти всички карти са извънредно точни: Темната дупка при гара Лакатник, пещерата Леденика при гр. Враца, Душника при село Искрец, Церовската пещера (Водната пещера при село Искрец), пещерата Тръвнина, Кошушница, Къосина дупка, Кенова дупка (всички в землището на Добравица, Софийско), Голямата дупка и Гълъбарника (село Белидие хан, Софийско). Тези карти професор Жеко Радев отпечатва в своята монография «Карстови форми в Западна Стара планина». Той допуска една грешка при картирането на Темната дупка при гара Лакатник, нямайки възможност по-продължително време да изследва този интересен лабиринт.

Към 20-те години на века от пещерите почва да се интересува зоологът академик Иван Буреш. Той картира някои български пещери, но не ги публикува.

С повишаване интереса към пещерите в изучаването им се включват още няколко български учени.

Ненко Радев, един от най-близките помощници на академик Буреш, започва да печата и първия каталог на българските пещери, от който излизат две поредици в «Трудове на българското природоизпитателно дружество», кн. 12/1926 г. и кн. 13/ 1928 г. Твърде добре подреден, съдържащ 16 пещери с добро изложение на особеностите, а специализирано и на фауната, каталогът би могъл след време да излезе в самостоятелна книга, но преждевременната смърт на автора прекъсва и тази възможност.

Друг от помощниците на академик Буреш, доктор Нено Атанасов, отпечатва карта на пещерата Долната мааза при село Бяла («Известия на българското пещерно дружество», кн. 1/1936 г), а по-късно плана на Съева дупка. Доктор Нено Атанасов е най-точният картировач от старите изследователи; той има и доста непублику-

вани карти.

По това време най-старият днес български хидрогеолог инженер Павел Петров, инициатор на БФД, започва своите настойчиви проучвания върху карета на Деветашкото плато. В 1928 г. излиза неговият труд за Голямата водна деветашка пещера, отпечатан и в трудовете на българското природноизпитателно дружество, кн. 13/1928 г. и кн. 14/1929 г. По-късно Павел Петров изследва Темната дупка край гара Лакатник, като съпровожда това изследване с карта на пещерата (публикувано в т. II на «Известия на българско пещерно дружество», 1936 г.).

В архива на БФД се намира и една карта на пещерата Бачо Киро, изработена от инж. Радуш Радушев през 1934 г.

До 9. IX. 1944 г. това са малкото на брой карти на българските пещери, излезли от печат.

Още на следната година след въоръженото народно въстание българското пещерно дружество възстанови своята дейност. В резултат на ентузиазма на придружилите млади хора и помощта на по-възрастните бяха уредени последователно през 1948—1949 г. две студентски научноизследователски пещерни бригади. В първата бяха картирани някои пещери, между които Темната дупка, Ражишката пещера край гара Лакатник, Банковица, Свирчовица, Хайдушката пещера край село Карлуково, пещерата Магура и др.

Във втората бригада се картираха пещерите около извора Глава Панега, картирана е и Съева дупка. Научният материал е публикуван в «Известия на Зоологическия институт». Картират се 22 пещери и малки пропасти. Само част от картите на първата бригада след съответните поправки и допълнения излезе в книгата на Петър Трантеев «Пещери и туристически обекти» (1965 г.). Много по-късно бяха предадени от професор К. Тулешков 11 карти от втората бригада.

Някои карти на пещери в различни краища на страната са изработени от Петьо Трантеев и неговите приятели и колеги през годините 1954—1958 г. Със създаването на РКПДПТ, прераснала по-късно в БФД, се сложи началото и на системно картиране на пещерите в две посоки от членовете на пещерните клубове и по време на международни и републикански експедиции. Трябваше да мине много време, преди да се достигне до стандартизация на картировката, до единство на мненията, които все още на места се нуждаят от изглаждане. Няколко пъти бяха променени знаците за картиране, докато се изчистят от ненужното, обременяващото. Достигна се до единство в мащабите (старите 1:100, 1:200, 1:300, 1:400, 1:500). Въведоха се геоложки компаси за всички клубове и се отрече практиката на картирането с бусоли и други неподходящи видове компаси. Въведоха се фишовите А и Б, които носят богата информация, стига да са попълнени с желание и съвестно. Така постепенно се създава стройна, еднаква за всички система за картиране. От друга страна, от 1974 г. към БФД се създаде Главна картотека на българските пещери, обхващаща над 3100 пещери, всяка в отделна папка система Тобро. В джоба на папките се поставят всички други документи за съответната пещера. БФД утвърди предложената от стари научни сътрудник Владимир Попов карта на пещерните райони в мащаб 1:600 000, така че понастоящем се знае точният брой на пещерите във всеки карстов район. Поселищната картотека дава сведения за пещерите по землища, а поименната - за всяко отделно име, макар че «безименните са твърде много». Изработен е и постоянно се попълва списък по окръзи.

Характерното за старите картировки, с малки изключения, е изработването само на хоризонтални планове, без вертикални и напречни разрези, липсата на единство в знаците за картиране, на места претрупаност или пък недостатъчност на информацията. И днес все още има картировачи, които не се съобразяват с инструкциите за картиране, с изискванията за точност и правилност, поради което в Главната картотека се предават все още карти, които трудно се «четат» и имат грешки от различно естество. Това налага често пъти, особено при трудни обекти (например пещерата Водопада край село Крушуна), прекартировки, струващи много сили, труд и средства. Констатирано е, че почти всички стари карти трябва да се преработят, за да може в недалечно бъдеще да се отпечати пълният каталог на българските пещери, с който да се покаже на обществеността и специалистите извършената огромна работа.

ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ НА КАРТИРАНЕТО

Картировачът, захванал се с картирането на пещери, трябва да бъде преди всичко познавач на морфологията на пещерите. Даже и да може да си служи отлично с геоложкия компас, рулетката и другите приспособления и уреди, непознавайки добре начина на образуването им, някои геоложки, петрографски и тектонски особености на околността и обекта, неподготвеният картировач ще срещне много трудности, и то от различно естество. В една пещера, изпълнена изцяло с блокажи, той няма да може да се съобрази какво в същност трябва да картира. Падналите блокове ще нанесе безразборно и неусещайки границата стени-блокажен под, ще изпадне в непоправими грешки. Трудни за отразяване са етажите, които се намират един върху друг и чиято картировка трябва да бъде двойна: поотделно и заедно. Ако има връзки между тях, работата се усложнява още повече. Преплетените етажи, стоящите зад основната галерия части на пещерата, плоскостите на припъзване, смяната на напречния профил поради смяна на петрографския състав са явления под земята, които изискват по-големи познания, достатъчни за правилното разбиране на картировачния процес. От това следва и първият извод — само добре обучен и разбиращ картировач може правилно да картира.

Второто изискване за добра картировка е доброто познаване на обекта за картиране изцяло или на онази част, която картировачът е получил като задача (при големите обекти и наличието на повече картировачни групи). С други думи, той трябва да обиколи навсякъде заедно с поверените му помощници, да разбере връзките,

подробностите, да избере системата на картиране, след което да се завърне на началната точка и да започне работа. Тук има една особеност, ако това е несложен и неголям обект - картировката може без особена трудност да започне от входа. Но при пропастите и пропастните пещери, както отчасти и при лабиринтите, излизането обратно за започване на картировката е трудоемка и често пъти ненужна работа. Затова след огледа картировачът свободно може да започне рзбота отзад напред, т. е. от последната точка, до която е достигнал към входа. В това няма нищо нередно, стига картирането да е точно и съвместно, картата на обекта да бъде оформена така, че да отговаря на истинското положение на нещата.

Друг принцип на картировката е максималното изискване за точност и съвместно изпълнение на поставената задача. В нашето пещерно дело не е поставена задача да се картира «на километраж». Напротив, важно е не бройките пещери, не метражът, а точността. За да не става нужда да се връщат карти, да се правят неприятни изводи при проверки, да се търси начин за повторна картировка, е необходимо съвместно, търпеливо и внимателно отношение към предстоящата трудна и отговорна задача.

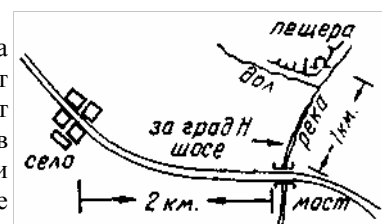
Тъй като по-голяма част от картировачите нямат съответните приспособления за картиране с триножник (изключваме работата с теодолит), налага се внимателно да се работи с геоложки компас или градния кръг, по няколко пъти да се проверява посоката, включително и с обратно засичане, преди да се запишат данните и да се нанесе съответната отсечка.

Същото се отнася и при работата с наклономера при изчисляване на превишенията. Височините са слабо-то място в картировъчната работа и тук картировачът трябва да поеме най-голяма отговорност. Това се постига отчасти чрез дългогодишна практика и множество опити даже в ежедневиия живот.

Освен точността друг принцип на картировката е отразяване на подробностите върху хоризонталния, вертикалният план и напречните разрези. А това означава на минимум площ максимум информация, разбира се, според възможностите на картировача и в зависимост от избрания мащаб. Естествено е при един дребен мащаб (например 1:500) да не могат да се нанесат много подробности, с каквито често пъти пещерният под, сводът и стените из-обилствуват: образувания, синтрови кори и прегради, глина, чакъл, камъни и блокове, площадки и др. И все пак точността изисква картировачът да се стреми към тяхното изобразяване особено там, където имат решаващо значение за изясняване на морфологията и произхода на пещерата. Това може да стане, като на определени места се извърши картировка в по-едър мащаб (1:50, 1:100). Такова картиране наричаме детайлиране. При много тясна, но дълга пещера се налага смяна на мащаба по ширината за по-пълно изясняване на нейната морфология.

Съвременната картировка изисква всеки обект да има хоризонтален и вертикален план и напречен разрез. Последните трябва да бъдат колкото може повече, защото най-често те определят относителната възраст на отделните галерии.

Един от принципите на картировката е привързването на входа на обекта към околността. Още преди започването на картировката главният картировач трябва да запише във фиш "А" пътят, разстоянието и посоката от изходния пункт, да засече най-малко 3 ориентира на входа и да ги нанесе в графата — разположение на входа. Това задължително се прави предварително, тъй като не се знае дали след картирането няма да се излезе през нощта, когато тези данни няма да могат да се вземат.



Фиг. 1

Главният картировач още по пътя до пещерата трябва да си изясни някои петрографски, геоложки и по възможност тектонски особености на местността, които нанася в своя бележник, а после пренася върху фиш "А" в графа «Геология и тектоника на района». Контурите на входа и прилежащите му хоризонтални и надлъжни части от повърхността се разглеждат в графа «Положение и план на отвора».

Не на последно място е оформянето на картния оригинал на пещерата, изчертан с молив, а най-добре с туш върху паус. Добре изготвената четлива подробна и точна карта на цялата пещера е вече научен принос към пещерното дело. Това, от една страна и, от друга страна, при наличието на единна система за картиране, еднакво изброяване чрез знаци и еднакви по значение линии на контурите може всеки да «чете» картата дори и да няма описание на пещерата.

Картата сама трябва да говори за типичния характер на обекта.

Картирането е сложен процес, който се състои в цялост от три етапа:

- а) избор на метод за изобразяване;
- б) заснемане на данни в пещерата;
- в) оформяне на окончателния вид на картата.

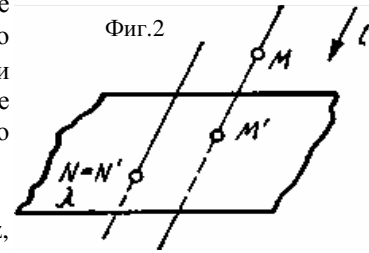
Картировката не може да се проведе, без картировачът да познава и да може да работи точно и правилно с всички уреди за картиране.

Основният етап, без който не сме в състояние да съставим карта, е заснемането на данни. Затова този етап условно ще наричаме картиране.

В следващите глави ще се спрем по-подробно на етапите на картирането и уредите, необходими за това.

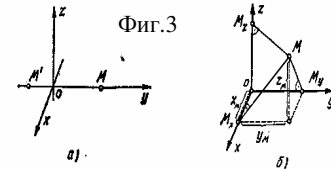
2. ПРОЕКЦИИ, КООРДИНАТНИ СИСТЕМИ, ЪГЛИ, РАЗСТОЯНИЯ

Нека разгледаме една равнина λ в пространството и една произволна точка M , лежаща на нея или извън нея. Нека също така с помощта на някакъв лъч ℓ да е зададена една произволна посока (фиг. 2). Да прекараме през точката права, успоредна на лъча. Пробождът M' на правата с равнината се нарича *проекция* на точката M върху равнината λ по посоката ℓ . Обикновено посоката се задава перпендикулярна на равнината и в такъв случай се говори за ортогонална проекция на точката върху равнината. Ние ще използваме предимно ортогонална проекция, поради което ще изпускате определението ортогонална. Когато проекцията не е ортогонална, ще говорим за проекция.



Три взаимно перпендикулярни лъча в пространството Ox , Oy и Oz , които минават през една точка O , образуват *координатна система* (фиг. 3а). Точката O се нарича *начало* на координатната система, а лъчите — *координатни оси*.

Всеки две координатни оси определят по една равнина. Това са равнините Ox , Oy , и Oz , които се наричат *координатни равнини*. Върху координатните оси със стрелка е означено положителното направление. На всяка точка M върху дадена координатна ос може да се съпостави число, отговарящо на дължината на отсечката OM , взета със знак "+", ако посоката от O към M съвпада с положителната посока на оста, и със знак "-", ако не съвпада, както е например за точката M' .

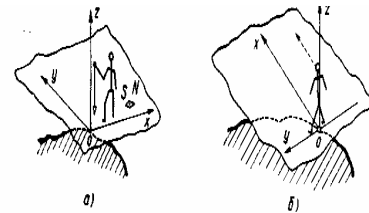


На всяка точка M в пространството могат да се съпоставят три числа — x координатата, y координатата и z координатата на точката. Това са числата, които се съпоставят на точките Mx , My и Mz , получени чрез прекарване на перпендикуляри към съответните оси.

Обратно, всеки три координати определят точно една точка в пространството, която може да се получи например по начин, показан с пунктир на фиг. 3б.

Пещерите и пропастите са образувания в земната кора, които заемат относително постоянни места в нея. Това позволява за определяне на тяхното разположение да използваме някои естествени ориентирни (фиг. 4а):

- *вертикален лъч*, направлението на който съвпада с направлението на един отвес, който сочи вертикално нагоре;
- *горизонтална равнина*, която е перпендикулярна на вертикалния лъч и е разположена в близост до земната повърхност;
- *северен лъч*, който има посока към севера и лежи в хоризонталната равнина.



С така описаните естествени ориентирни можем да свържем една координатна система — *естествена координатна система*. Оста Oz на естествената координатна система е вертикален лъч, оста Ox — северен лъч, а оста Oy сочи на запад. Освен естествената координатна система често се използват и други координатни системи. За определеност ние ще употребяваме координатни системи, оста Oz на които е винаги вертикален лъч и които освен това са десни координатни системи, а именно за човек, застанал прав с лице по посока на оста Ox ; посоката на оста Oy да се пада в ляво.

Ъглите могат да се измерват по различен начин в зависимост от единицата мярка. Единицата мярка "градус" ($^\circ$) представлява ъгъл, който отсича от произволна окръжност дъга с дължина $1/360$ от дължината на окръжността. Единицата мярка «град» (g) представлява ъгъл, който отсича от произволна окръжност дъга с дължина $1/400$ от дължината на окръжността. Единицата мярка «радиан» (rad) представлява ъгъл, който отсича от произволна окръжност дъга с дължина, равна на радиуса на окръжността. Връзката между ъглите, измерени при различни единици мерки, се определя от формулите: $\alpha^\circ = 0.9\alpha^g$; $\alpha^\circ = 57.29\alpha^{rad}$.

Освен с големина ъглите могат да се характеризират и със знак. За целта трябва да се фиксира някаква положителна посока. За ъглите, разположени в хоризонталната равнина, положителната посока е посоката по часовниковата стрелка. За ъгли, разположени върху вертикална равнина, положителната посока е посоката, обратна на часовниковата стрелка. Тогава, ако ъгълът се нанася в положителна посока, той е положителен, а в противен случай — отрицателен. Възможни са и други съгласувания за положителните посоки, но тези, които направихме, са възприети във физическата география и са удобни при изработването на пещерни карти.

Нека с помощта на един лъч ℓ е зададена произволна посока в хоризонталната равнина. Положителният ъгъл α , който лъчът сключва със северния лъч, се нарича *азимут на посоката* (фиг. 5).

Възприето е разстоянията да се измерват в метри или неговите производни и подразделения километър, дециметър, сантиметър, милиметър.

За да могат да бъдат изобразени върху картния лист образите на пещерите, пропастите и други обекти върху местностите, пропастите трябва да бъдат умалени. Отношението между размерите на образа на едно тяло върху картния лист и неговите действителни размери се



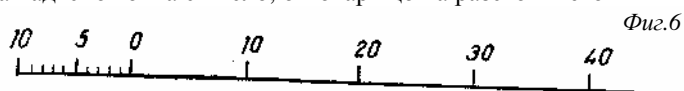
Фиг. 5

нарича *мащаб*. Следователно мащабът показва колко пъти се е намалила върху картния лист единицата Мярка в пространството.

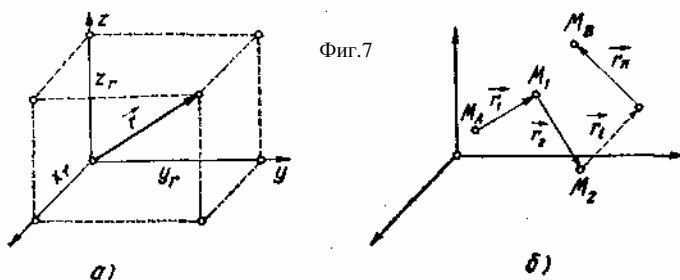
Когато мащабът се изразява във вид на дроб с числител единица, той се нарича *числен мащаб*. При картирането на пещери и пропасти Българската федерация по пещерно дело е възприела като стандартни следните мащаби: 1:100, 1:200, 1:300, 1:400, 1:500.

Ако разстоянието между две точки на картния лист е 1см. и картата е изработена в мащаб 1:N, то действителното разстояние между тези точки в пространството е 1.N см.

При работа с карти за избягване на уморителни изчисления е удобно мащабът да се задава графически, чрез така наречения *линеен мащаб*. За построяване на линейния мащаб, отговарящ на даден числов мащаб, върху една права от произволно избрана точка се нанася надясно няколко пъти една и съща отсечка, която в дадения мащаб отговаря на кръгло число метри в реалното пространство (Фиг. 6). Началната точка се означава с числото 0, а всяка следваща надясно точка с число, отговарящо на разстоянието в



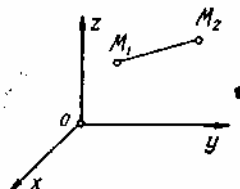
пространството, което съответствува според мащаба на разстоянието от 0 до нея. Така се получават големи деления. Наляво от точка 0 се нанася една отсечка и се разделя на p части, където p зависи от желаната точност на измерване. Обикновено се избира равно на 10. Така се получават малки деления, които се номерират отдясно наляво - аналогично на големите. Измерването с помощта на линейния мащаб се извършва чрез нанасяне на интересуващото разстояние (например с помощта на пергел) върху линейния мащаб, така че началото му да попадне върху отсечката вляво от точка 0, а краят му точно върху някое деление. Сумата от метрите, обозначаващи малките и големите деления, дават разстоянието a .



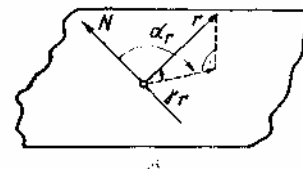
Нека е зададена една координатна система в пространството и нека M_1 и M_2 са две точки (фиг. 7). Те определят насочената отсечка $M_1 M_2$ с посока от M_1 към M_2 , а също и обратната насочена отсечка $M_2 M_1$. Ако на дадена насочена отсечка разрешим да се премества успоредно сама на себе си, като сочи в

една и съща посока в пространството, тя се нарича *вектор*. Ясно е, че векторът се определя с една посока в пространството и едно разстояние, но не уточнява откъде трябва да се нанася това разстояние или, както още се казва, не се знае приложната точка.

От направените разглеждания става ясно, че даден вектор r може да се характеризира с дължината си r , наклона си γ , т. е. ъгъла, който сключва с хоризонталната равнина, взет със съответния знак, и с азимута си α , т. е. ъгъла, който сключва



Фиг.8



проекцията му в хоризонталната равнина със северния лъч (Фиг. 7). Освен това всеки вектор може да се характеризира с трите си координати към зададена координатна система. Това са координатите на края му, когато началото му се постави в началото на координатната система (Фиг. 8). Връзката между двата начина на характеризиране се дава със следните формули:

$$x_r = r \cos \gamma_r \cos(\alpha_x - \alpha_r); \quad y_r = r \cos \gamma_r \sin(\alpha_x - \alpha_r); \quad z_r = r \sin \gamma_r, \quad \text{където } \alpha_x \text{ е азимутът на оста } O_x.$$

Нека M_A и M_B са две точки в пространството. Да разгледаме един път от точката M_A към точката M_B , очертан от векторите $\vec{r}_1, \vec{r}_2, \dots, \vec{r}_n$ (фиг. 8б). Ако x_A, y_A и z_A са координатите на точката M_A , x_i, y_i и z_i са координатите на вектора \vec{r}_i и r_i, γ_i и α_i са дължината, наклонът и азимутът на вектора \vec{r}_i ($i = 1, 2, \dots, n$), то координатите на точката M_B се определят с формулите:

$$x_B = x_A + x_1 + x_2 + \dots + x_n = x_A + \sum_{i=1}^n r_i \cos \gamma_i \cos(\alpha_x - \alpha_i)$$

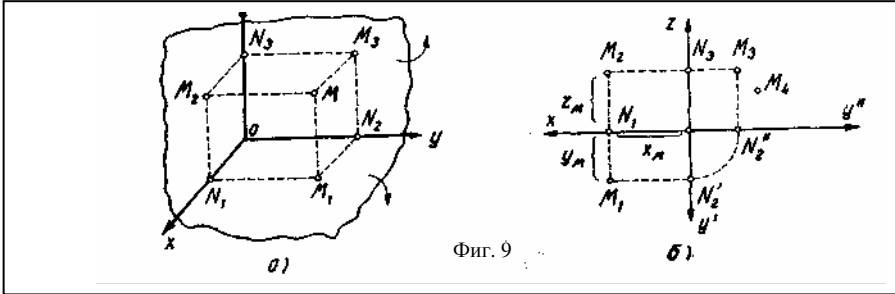
$$y_B = y_A + y_1 + y_2 + \dots + y_n = y_A + \sum_{i=1}^n r_i \cos \gamma_i \sin(\alpha_x - \alpha_i)$$

$$z_B = z_A + z_1 + z_2 + \dots + z_n = z_A + \sum_{i=1}^n r_i \sin \gamma_i$$

Ако някой от векторите е насочен в посока, обратна на показаната, то в горните суми координатите му трябва да се вземат с обратен знак. Например, ако r_i има обратна посока из показаната на фигурата, то

$$x_B = x_A + x_1 + \dots - x_i + \dots + x_n \text{ и аналогично за } y_B \text{ и } z_B.$$

3. ИЗОБРАЖАВАНЕ НА ТЕЛАТА ЧРЕЗ ПРОЕКЦИИ



Фиг. 9

Картите на пещерите и пропастите представляват техни образи, получени чрез подходящо избран начин на проектиране. В този раздел ще разгледаме някои общи принципи при изобразяване на телата чрез проекции. Тъй като всички тела представляват една съвкупност от точки, ние ще започнем с най-

простия случай — изобразяване на точка. Ясно е, че получените закономерности се пренасят автоматически и при изобразяването на телата. Нека е зададена някаква координатна система (фиг. 9а). Всяка точка M в пространството има строго определени проекции върху координатните равнини — M_1 , M_2 , M_3 съответно.

Обратно, ако са ни дадени проекциите на точка върху координатните равнини, ние винаги можем да определим нейното положение в пространството, като прекараме прави, перпендикулярни на равнините, през проекциите и намерим тяхната пресечна точка. Обаче три произволно избрани точки в съответните равнини не винаги са проекции на някаква точка в пространството. За да бъдат проекции, достатъчно е всяка двойка прави M_1N_1 и M_2N_1 и M_1N_2 и M_3N_2 , M_2N_3 и M_3N_3 , прекарани през тях перпендикулярно към координатните оси да се срещат две по две в по една точка — N_1 , N_2 и N_3 съответно. N_1 , N_2 и N_3 са точно проекциите на точката в пространството върху осите и се получават или като се прекарат перпендикуляри от проекциите в координатните равнини към координатните оси, или като се прекарат направо перпендикуляри от точката M към тях.

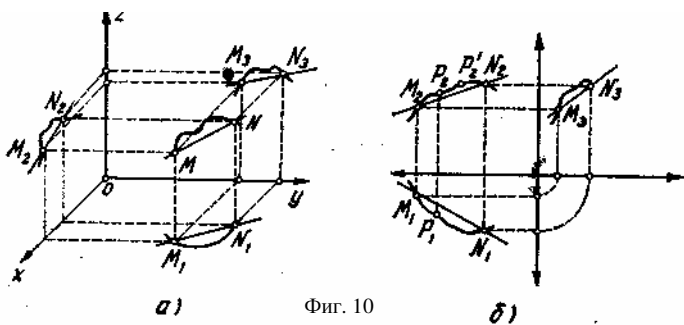
Ако завъртим координатните равнини xOy надолу и zOy надясно до сливането им с равнината xOz , а последната я положим в равнината на чертежа, ще получим картината от фиг. 9б. По такъв начин ще разполагаме с трите проекции на точката M , но вече разположени в една и съща равнина, като винаги можем да възстановим изходното положение, ако са начертани и образите на координатните оси. Трябва да се обърне внимание на това, че проекциите M_1 и M_2 лежат на права, перпендикулярна на оста Ox , проекциите M_2 и M_3 лежат на права, перпендикулярна на оста Oz , $ON_2' = ON_2''$, а M_1M_2 е перпендикулярна на M_2M_3 .

Ако познаваме две от проекциите на дадена точка в някаква координатна система, винаги можем да определим третата. Действително, щом познаваме положението на две от проекциите, например M_1 и M_2 (фиг. 9б), ние можем да определим пространствените координати X_m , Y_m и Z_m на точката и тъй като $(ON_2'') = Y_m$, $(N_2''M_3) = Z_m$, можем да намерим M_3 . Начинът на самото геометрично построение е ясен от чертежа.

Условието за перпендикулярност на правите M_1M_2 и M_2M_3 е особено важно по следните причини: Когато изобразяваме тела и в частност точки, ние обикновено не чертаем образите на координатните оси, но изискваме да си запазим възможността да ги избираме по подходящ начин. Тогава, ако вземем три произволни точки в равнината, те могат да не бъдат проекции на никаква точка в пространството, както и да избираме образите на координатните оси. Такъв е случаят с точките M_1M_2 и M_4 от фиг. 9б, тъй като правите M_1M_2 и M_2M_4 в общия случай не са перпендикулярни. Ако това условие обаче е удовлетворено, може да се намери координатната система, в която те да бъдат проекции на точка от пространството. За целта през произволна точка на правата M_1M_2 трябва да прекараме права, перпендикулярна на нея. Тя ще бъде оста Ox . След това определяме точките N_1 и N_2'' . Нанасяме разстоянието M_1N_1 наляво от точката N_2'' и получаваме началото O на координатната система. Накрая, за да получим осите Oy' и Oz прекарваме през O права, перпендикулярна на Ox . Ясно е, че можем да определим много различни координатни системи, които да вършат работа в зависимост от това, как избираме оста Ox . Когато работим само с двете проекции на дадена точка, изборът на координатна система става още по-свободен. Едната координатна ос просто се избира перпендикулярна на

правата, прекарана между двете проекции, а другата — успоредна на тази права.

Нека е дадена произволна крива в пространството и нека правата MN свързва две точки от нея (фиг. 10). Ако проектираме всяка точка от кривата в координатните равнини, ще получим трите ѝ проекции. По аналогичен начин можем да получим и проекциите на правата. Тъй като проекцията на права линия е също права линия, за да я определим, е достатъчно да свържем с права линия проекциите на две кои да са нейни точки, например M и N .



Фиг. 10

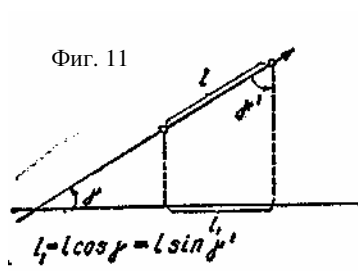
След като разгънем координатната система в равнината на чертежа по описания вече начин, ще получим картината от фиг. 10б. Да разгледаме по-подробно две от проекциите на линията. Правите M_1M_2 и N_1N_2 са перпендикулярни на оста Ox и следователно успоредни помежду си.

Ако разполагаме например с първата проекция P_1 на дадена точка P , можем да определим втората, като прекараме през P_1 права, успоредна на правата M_1M_2 . Дори не е необходимо да познаваме оста Ox . Ние сме сигурни, че точката P_2' не е втора проекция на точката P , тъй като правата P_1P_2' не е успоредна на правата M_1M_2 . По аналогичен начин можем да определим и третата проекция на P .

Ясно е, че ако познаваме проекциите на дадена линия и проекциите на една точка от нея, то по избрана една от проекциите на дадена точка от линията можем винаги да определим другите.

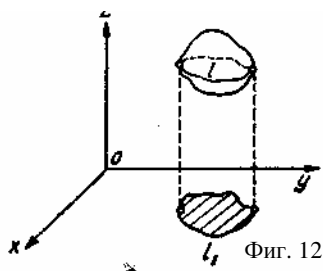
Правилото за успоредност на правите, които свързват съответните проекции на различни точки от дадена линия, трябва задължително да се спазват при всяка грамотно направена карта, ако тя се състои от проекции върху две или три координатни равнини.

Ако върху една права линия в пространството отмерим някаква отсечка, то при проектирането тя се скъсява. Ако познаваме ъгъла γ , който линията сключва с равнината, в която се проектира, дължината на проекцията можем да определим или графически, както е показано на фиг. 11, или с помощта на формулата



Фиг. 11

$$l_1 = l \cos \gamma$$



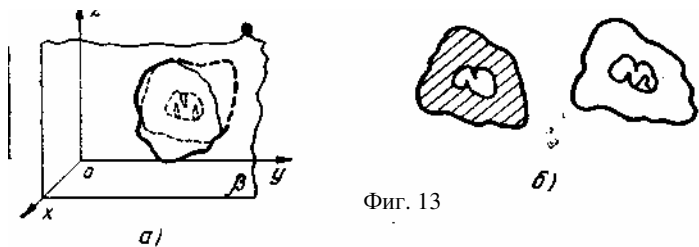
Фиг. 12

По-трудно се определя видът на проекцията на дадена крива линия. При проектирането тя се деформира, но когато не е съвсем произволна, а лежи в някаква равнина, деформацията се изразява само в намаляване на размерите ѝ. Следователно в този случай видът на проекцията може да се определи с пантограф. Пропорцията, в която се извършва

намаляването, може да се определи чрез дължината на произволна отсечка, която свързва две точки на кривата линия и дължината на нейната проекция, определена по един от предложените по-горе начини.

Нека е дадено едно тяло в пространството. Точките на допиране на проектиращите лъчи образуват една затворена линия l в пространството, чиято проекция е l_1 , (фиг. 12). Всички точки, под линията l са скрити за проектиращия лъч и не се изобразяват в проекцията. Всички точки над линията l се виждат по посока на проектиращия лъч и се изобразяват в проекционната равнина. Така се получава проекцията на тялото в равнината xOy , показана на фиг. 12 с шриховка. По аналогичен начин могат да се получат проекциите в другите проекционни равнини.

Пещерите представляват кухини в земната кора и изискват специфични похвати за изобразяване. Да разгледаме едно тяло в пространството, в което да има някаква кухина (фиг. 13а). За да можем да изобразим съдържанието на кухината или нейната форма, можем да разсечем тялото с една равнина β . Ако проектираме само точките на допиране на равнината β с тялото върху равнина, успоредна на β , ще получим сечение на тялото. Ако проектираме върху някоя друга равнина, например координатна равнина, ще получим проекция на сечението в съответната равнина. Ако координатната равнина е успоредна на равнината, то сечението и неговата проекция по вид съвпадат. Ако отделим предната половина на тялото, разрязано с равнината, и проектираме това, което се вижда в равнина, успоредна на β ще получим разрез на тялото. Ако проектираме върху някоя друга равнина, например координатна



Фиг. 13

равнина, ще получим проекция на разреза. Ако равнината β и координатната равнина са успоредни, то разрезът и проекцията на разреза съвпадат по вид. В зависимост от това, как е избрана равнината β , могат да се направят много различни сечения или разрези на тялото. Задача на проектиращия е да определи колко сечения (разрези) да избере, за да изобрази кухината по-добре.

При изобразяване в равнината на чертежа точките на допиране на β с тялото се шриховат. Освен това при разреза се виждат подробности от съдържанието на кухината, които не се пресичат от β , но се виждат при проектирането, т. е. тези, които са между β и равнината на проектиране (фиг. 13б). Разположението на проекциите на разрезите или сеченията, когато проектирането се извършва в някаква координатна система, се получава чрез разгъване на координатната система, както бе показано по-горе за случая на точка или линия. По-подробно на този въпрос ще се спрем по-нататък.

4. ИЗОБРАЗЯВАНЕ НА ПОДЗЕМНИ ОБЕКТИ

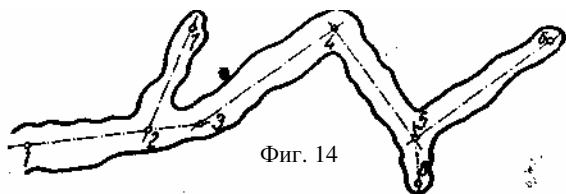
ГЕОМЕТРИЧНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ГАЛЕРИИТЕ

Галериите в пещерите при картирането разделяме на участъци. Всеки участък се характеризира с едно направление. Всяка права, разположена в участъка от галерията, която има неговото направление, ще наричаме *направляваща права* или ос. В даден участък на някоя галерия можем да прекараме безброй много направляващи прави. Обикновено всяка направляваща права считаме за ориентирана по посока навътре в пещерата или пропастта. В зависимост от наклона, т. е. от ъгъла γ , който склучва направляващата права с хоризонталната равнина, ще различаваме условно три вида галерии:

- слабо наклонени (хоризонтални) - $0^\circ \div 30^\circ$;
- стръмни - $30^\circ \div 60^\circ$;
- силно наклонени (отвесни) - $60^\circ \div 90^\circ$.

За определяне на дадена направляваща права са достатъчни три параметъра: точка от пространството, през която тя минава, наклон и азимут.

В качеството на точки, фиксиращи положението на направляващите прави в галериите, се избират главни *реперни* (опорни) точки (фиг. 14). На всяко място, където галерията сменя направлението си или се разклонява, се намира задължително една главна реперна точка. Двете главни реперни точки в краищата на даден участък определят една негова направляваща права, която наричаме главна (например правата на участъка 1, 2).



Фиг. 14

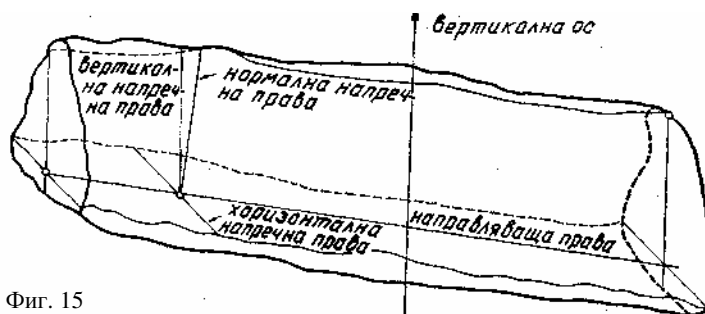
Главните реперни точки се избират обикновено на пола на галерията приблизително по средата ѝ и по възможност се отбелязват (с боя или по друг начин) в пещерата. Освен главните в пещерата могат да се изберат при нужда и други реперни точки, продиктувани от други

съображения.

Освен направляващите прави в галериите могат да се прекарат цяла редица прави и равнини, които представляват интерес от гледна точка на картирането. Преди да ги разгледаме подробно, ще отбележим, че в зависимост от вида на галерията някои от тях се израждат и преминават в други.

Правите, представляващи интерес, са (фиг. 15):

- вертикална права - права, минаваща през направляващата права и успоредна на вертикалния лъч;
- хоризонтална напречна права - права, минаваща през направляващата права, перпендикулярна на нея и успоредна на хоризонталната равнина;
- нормална напречна права - права, лежаща в равнината, определена от направляващата права и вертикалната равнина и е перпендикулярна на напречната права.



Фиг. 15

Равнини, които се пробождаат от направляващата права, ще наричаме *напречни*, а които минават през нея - *надлъжни*. Някои напречни и надлъжни равнини, които играят по-специална роля при картирането, са:

- основна надлъжна равнина - равнина, която минава през направляващата права и хоризонталната напречна права;
- вертикална надлъжна равнина - равнина, която се определя от направляващата права и вертикалния лъч;
- нормална напречна равнина - равнина, перпендикулярна на направляващата права;
- вертикална напречна равнина - равнина, която минава през хоризонталната напречна права и е успоредна на вертикалния лъч;
- хоризонтална напречна равнина - равнина, успоредна на хоризонталната равнина, която пресича

направляващата права.

Накрая ще се уговорим правите, лежащи в основната равнина, да наричаме *основни прави*, а правите, успоредни на хоризонтална равнина - *хоризонтални прави*. Например хоризонталната напречна права е и хоризонтална и основна.

Пещерите и пропастите са сложни тримерни природни обекти. За разлика например от машинните детайли или други обекти, дело на човешката ръка, в тях по принцип не се срещат дори приблизително постоянни геометрични характеристики на релефа, като равнинни повърхности, системно постоянни ъгли на сключване, цилиндрични повърхности и други. Ето защо точен образ на даден подземен обект може да се създаде само при изработването на тримерен модел (гипсов, глинен и др.)-

Картата на дадена пещера или пропаст е графичен, умален в определен мащаб образ на основните елементи на конфигурацията, релефа и морфологията им, разположен в чертожната равнина.

Въпреки своята принципна непълнота, една добре изработена в рамките на определени принципи карта е образ на подземния обект, който позволява той да бъде точно идентифициран и отразява всички негови съществени черти и характеристики. Именно поради това картата е основен документ на всеки подземен обект.

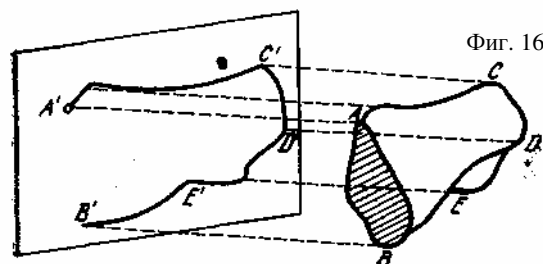
При изработването на карти на пещерите и пропастите са възможни различни подходи, всеки един от които има своите предимства и заслужава внимание.

ВЪНШНА ПРОЕКЦИЯ

За да изясним принципа на външната проекция, нека допуснем, че галериите на подземния обект са запълнени с твърдо вещество, а пространството около тях е празно. Така полученото пространствено тяло проектираме върху подходящо подбрана равнина. Същественото при външната проекция е, че контурът на проекцията е образ на най-външните части на галерията, кои то по принцип не лежат в една равнина (фиг. 16) и следователно не могат да бъдат получени в резултат на сечение с такава равнина.

Най-подходящ при изработването на външна проекция е методът на трите проекционни равнини.

В качеството на проекционни равнини се използват три взаимно перпендикулярни равнини, едната от които е хоризонталната равнина. Останалите две равнини могат да се избера произволно, като стремежът е по-добре да се обрисова обектът на картиране. Обикновено едната от тях се избира успоредна на преобладаващото направление на галериите, а другата — перпендикулярна на нея.



Фиг. 16

Образът на пещерата в хоризонталната равнина наричаме *външен хоризонтален план*, а образите във вертикалните равнини - *външни вертикални планове*.

Трите равнини заедно с проекциите се разгъват до чертожната равнина. По такъв начин при изобразяването на метода на трите проекционни равнини в чертожната равнина се получават един хоризонтален план и два вертикални.

Тъй като методът на външните проекции се използва доста рядко, няма да навлизаме в повече подробности, като разчитаме, че при нужда те могат да се извлекат от останалите методи.

ИЗОБРАЯВАНЕ ЧРЕЗ РАЗРЕЗИ

Този подход е може би най-удачният при картирането на пещери и пропасти и е получил на интуитивно равнище в един или друг вариант най-голямо разпространение. Галериите на подземния обект се разрязват с вертикални надлъжни и основни надлъжни равнини, минаващи през реперните точки, и се проектират на други подходящо подбрани равнини.

По такъв начин при изобразяването чрез разрези се откриват за решаване два въпроса - подбор на реперните точки и разрязващите равнини и подбор на проекционните равнини. Първоначално ще разгледаме подборът на разрязващите равнини и реперните точки.

Реперните точки се подбират на такова разстояние от стените и пода, че минаващите през тях равнини да отразяват по възможност най-пълно ширината и височината на галериите.

С всеки хоризонтален участък на подземния обект, характеризиращ се с едно и също направление, се свързват две разрязващи равнини - основната надлъжна равнина и вертикалната надлъжна равнина, които минават през реперните точки.

Изборът на разрязващи равнини при вертикални участъци има някои особености, на които ще се спрем по-подробно.

Ако вертикалният участък не е абсолютно отвесен, избират се две разрезни равнини. Едната от тях е вертикалната надлъжна равнина, а другата, която ще наречем условно основна, се подбира, изхождайки от следните противоречиви условия:

- да сключва по-голям ъгъл в рамките от 0° до 90° с вертикалната надлъжна равнина;
- да отразява характерните особености на галерията;

- да бъде близка с основната надлъжна равнина на горната съседна галерия (в смисъл пресечницата им да сключва по-малък ъгъл с напречната основна права);

- да бъде близка с основната надлъжна равнина на долната съседна галерия.

Удовлетворяването на тези условия на практика обикновено е невъзможно и поради това се търси компромисно решение, което е въпрос на усет и практика на картировача. Много често основната равнина се избира перпендикулярна на вертикалната надлъжна.

Ако вертикалният участък е абсолютно отвесен, разрязващите равнини не се подбират специално, а се работи с вертикалните надлъжни равнини на съседните горни и долни галерии.

Съвкупността от основни равнини образуват основен равнинен комплекс, с който разсичаме мислено цялата пещера, и аналогично съвкупността от вертикални равнини образуват вертикален равнинен комплекс, с който разсичаме мислено пещерата във вертикална посока.

В зависимост от принципите на подбор и организация на проекционните равнини различаваме четири метода.

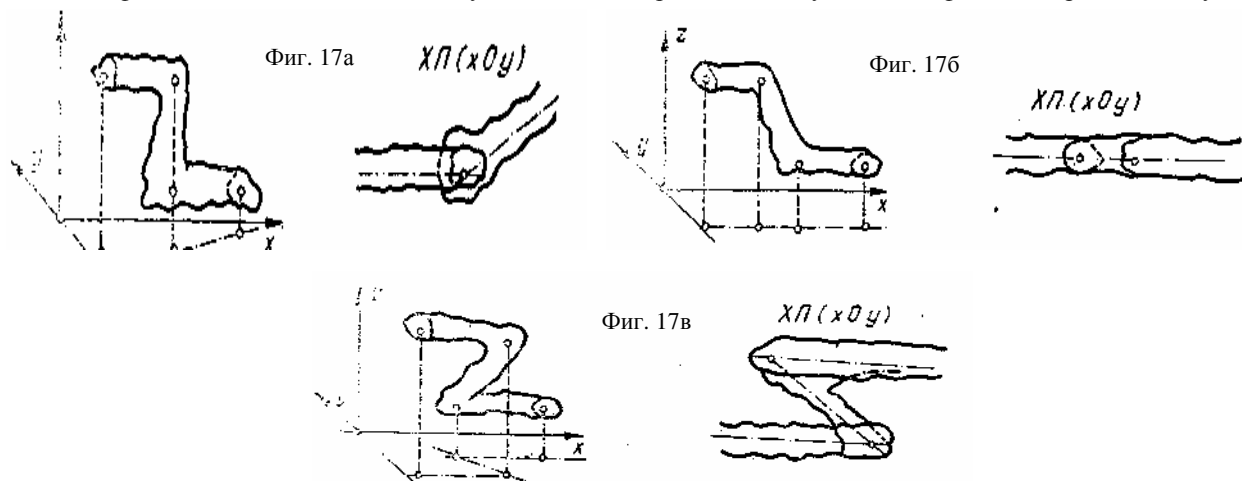
Метод на трите проекционни равнини (Монжова проекция)

В качеството на проекционни равнини, както и при метода на външните проекции, се избират две или три взаимноперпендикулярни равнини. Първата от тях е хоризонталната равнина. Втората се избира успоредна на преобладаващото направление на пещерата и успоредна на средното направление на пещерата, което може да се избере и с оглед на масива, в който тя е разположена. Обикновено две проекционни равнини са достатъчни, но при нужда се работи и с третата, която е перпендикулярна на останалите две.

Подземният обект, разрязан мислено с основния равнинен комплекс, се проектира върху хоризонталната равнина и полученият образ се нарича *хоризонтален план*. Подземният обект, разрязан мислено с вертикалния равнинен комплекс, се проектира върху всяка от останалите една или две вертикални проекционни равнини и получените образи се наричат съответно *първи* и *втори вертикални планове*.

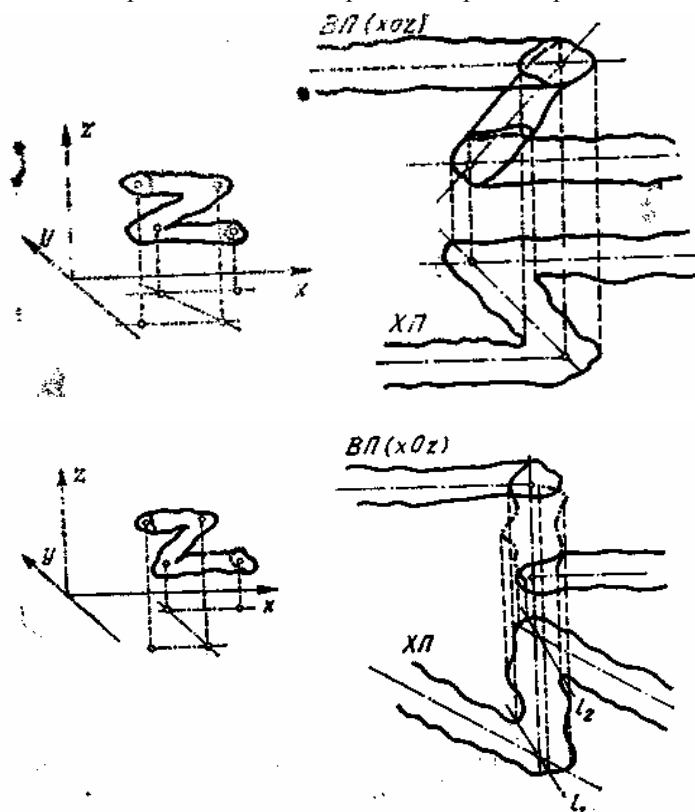
Съставянето на хоризонталния план в областите, в които се съединяват два съседни участъка, има някои особености. Когато и двата съседни участъка са хоризонтални, то образите на разрезите продължават до пресичането на основните разрязващи равнини. Затруднения възникват при преход от хоризонтален към вертикален участък и обратно. Възприето е при преход от хоризонтален към вертикален участък разрезът с основната равнина на хоризонталния участък да се продължава и след пресичането с основната равнина на вертикалния участък, докато достигне до насрещната стена, като по този начин се оформи отворът на вертикалния участък. Образът, отговарящ на основната равнина на вертикалния участък, се ограничава до пресечницата с основната равнина на хоризонталния участък. Подобно при преход от вертикален към хоризонтален участък се продължава разрезът с основната равнина на хоризонталния участък за очертаване на дъното.

На фиг. 17 са показани няколко случая на такива преходи. В ситуацията на фиг. 17а вертикалният уча



тък на пещерата е абсолютно отвесен, основната му равнина е перпендикулярна на хоризонталната равнина и при проектирането не води до никакъв образ в нея. Отворът му се налага върху дъното. Тази част от дъното, която лежи под горната галерия и не би трябвало да се вижда, е показана с пунктир. На фиг. 17б вертикалният участък не е абсолютно отвесен. Разрезът с основната му равнина дава образ в хоризонталната равнина. Отворът на вертикалния участък е показан с непрекъсната линия до пресечница на основните равнини, а оттам нататък с пунктир от тирета и точки за да се покаже, че тази линия, макар и да се вижда, има допълнителен характер. На 17в е показана още по-сложна ситуация на преход. Отново с пунктир с точки и тирета са показани линии, които имат допълнителен характер. Основната равнина на вертикалния участък е близка до вертикалната надлъжна равнина на долната галерия. Десният контур на проекцията на разреза - тази равнина, ако се продължи до пресечница, би навлязъл твърде навътре в долната галерия и поради това е оставен да виси.

При изработването на вертикални планове в подобни ситуации се попада, когато хоризонталната компонента на направлението на галерията се променя рязко на около 90° . В такива случаи е удачно образът на участъка, който е по-близък до входа на пещерата, да съдържа очертан входа към следващия участък така, както се изобразяват отворите на отвеси в хоризонталните планове. Два случая на такива ситуации са показани на фиг. 18 като с пунктирни линии е демонстрирано съответствието на някои възлови точки.

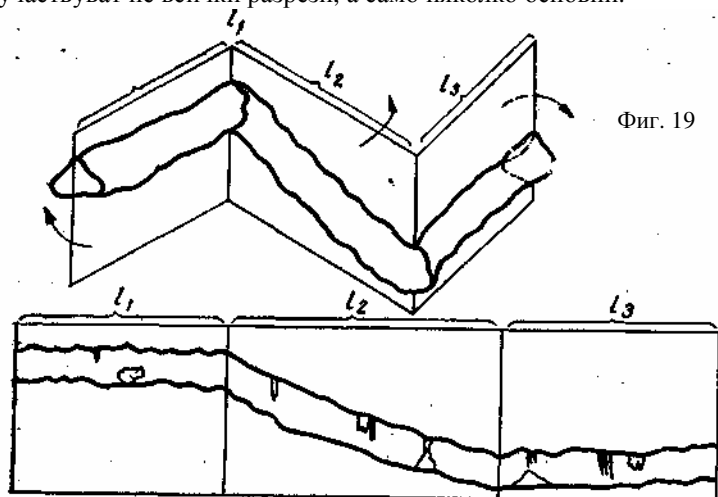


Случаят от фиг. 18б е по-неприятен, тъй като вертикалната надлъжна равнина на втория участък е перпендикулярна на равнината, в която се извършва проектирането и следователно не води до образ. За да се получи попълна и естествена картина, вертикалният план се допълва с проекцията на разреза на втория участък с основната му равнина. Тъй като тази проекция има допълнителен характер, тя е показана на чертежа с пунктир от точки и тирета. Линиите l_1 и l_2 представляват пресечниците на основните равнини и помагат да се установи положението на някои възлови точки, необходими при изчертаването на вертикалния план. Разбира се, както те, така и осевите и пунктирните линии имат само помощен характер и не участвуват в окончателния вариант на картата.

Метод на разгънатите проекции

В качеството на проекционни равнини при картирането по този метод се избират равнини, успоредни на разрязващите равнини. За съставянето на хоризонталния план галериите се разрязват мислено с основните равнини. Всеки хоризонтален участък след разрязването се проектира върху равнина, успоредна на основната му разрязваща равнина, и полученият образ условно се съвместява с нея. Всеки вертикален участък след разрязването се проектира върху хоризонталната равнина. Преходите от хоризонтален към вертикален участък се извършват както и при метода на трите проекции. Така се получава един комплекс от разрези, намиращи се условно върху разрязващите равнини, който се разгъва и съвместява с чертожната равнина. Полученият образ се нарича *разгънат основен (хоризонтален) план* или *основен (хоризонтален) надлъжен разрез*.

Подобно съставянето на вертикалния план галериите се разсичат мислено с вертикални надлъжни равнини. Всеки разрязан участък се проектира върху равнина, успоредна на вертикалната му надлъжна равнина, и полученият образ се съвместява условно с разрязващата равнина. Така полученият комплекс от разрези, намиращи се върху разрязващите равнини, се разгъва до чертожната равнина. Полученият план се нарича *разгънат вертикален план* или *вертикален надлъжен разрез* (фиг. 19). Често пъти в разгънатите вертикални планове участвуват не всички разрези, а само няколко основни.



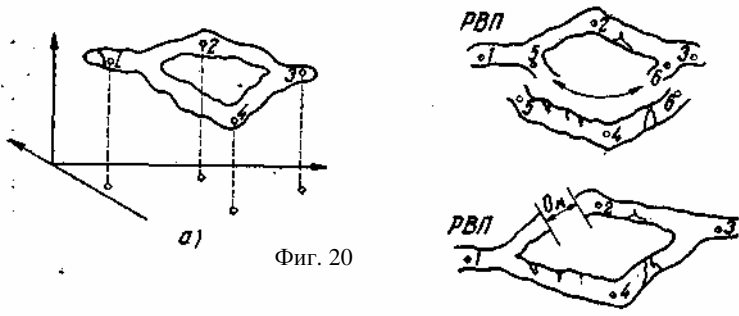
Фиг. 19

Обръщаме внимание, че при разгънатия вертикален план разрезите за всички участъци се разгъват за разлика от разгънатия основен план, при който вертикалните участъци се проектират. Така при разгънатия вертикален план не съществуват никакви особености при прехода от един участък на галерията към друг.

Методът на разгънатите проекции, колкото и прост да изглежда на пръв поглед, също поставя проблеми пред картирания.

Да разгледаме участъка, представен на фиг. 20а. Тъй като разстоянието 1-2-3 е различно от разстоянието 1-4-3, са възможни следните решения: да се откажем от метода на разгънатите проекции; да проектираме

например участъка 1-2-3 в разрезните равнини на участъка 1-4-3, при което обаче ще се получи твърде изкривено изображение; да изнесем един от участъците в страни, като допълнителен разрез (фиг. 20б); да разкъсаме образа на покъсатата галерия (фиг. 20в); изработването на вертикален разгънат план на силно наклонена пещера може една от галериите да се приеме за основна и да се изобразява само тя, а останалите галерии да се представят с допълнителни вертикални разрези (фиг. 21).



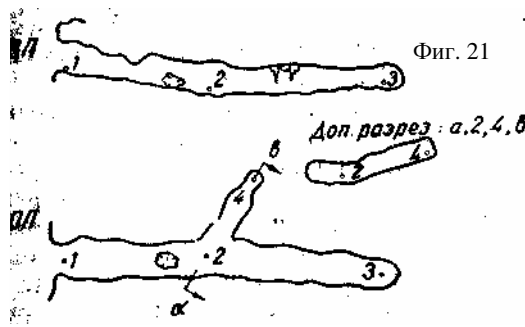
Фиг. 20

Комбиниран метод

При комбинирания метод хоризонталния план се изработва при метода на проекциите върху три равнини, докато вертикалният се изработва по метода на разгънатите равнини.

Напречни сечения, допълнителни разрези и сечения

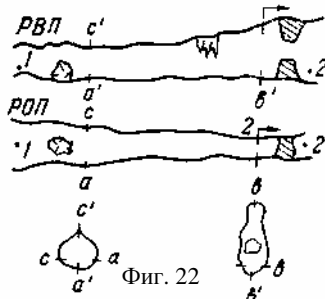
Независимо от това, по кой от методите се извършва картирането, картата задължително се допълва с напречни сечения (профили). Напречните сечения на хоризонталните участъци се получават с нормални напречни равнини или вертикални напречни равнини. Напречните сечения на вертикалните участъци се получават с нормални напречни равнини или хоризонтални напречни равнини. Напречни сечения се прекарват задължително на входа на пещерата или пропаста и на всяко характерно място, където галерията изменя профила си. Понякога вместо сечения се правят и напречни разрези.



Фиг. 21

Хоризонталният план, вертикалните планове и напречните сечения оформят основния образ на подземния обект и са задължителни. Освен тях на картата могат да се представят и допълнителни разрези и сечения с една или няколко последователно свързани равнини, прокарани по произволен начин по решение на картировача. Допълнителните разрези и сечения се прекарват за изясняване на някои особености на обекта, които не са отразени в основния образ.

Пресечните точки на контура на всяко сечение със съответните надлъжни равнини се отбелязват задължително и на сеченията, и на хоризонталния и вертикалните планове с чертички. Съответстващите чертички се означават с една и съща буква (фиг. 22). Трябва да се обърне внимание на това, че разстоянията (ac) на хоризонталния план и сечението са равни и разстоянията (a'c') на вертикалния план и сеченията са равни. Напречните разрези също се означават с чертички, но се посочва и посоката, в която се гледа (фиг. 21, 22).



Фиг. 22

Сравнителна оценка на методите на изобразяване чрез разрези

Методът на трите проекционни равнини е най-прецизният от трите изложени метода. Той позволява да се прецени непосредствено точното разположение на обекта в пространството и при нужда да се нанесе на топографска карта. Особено удачен е при сложни лабиринтни пещери и когато трябва да се търси връзка между галерии или различни пещери. Методът дава възможност за по-точно изчертаване от другите, ако се работи с милиметрова хартия и координати. От друга страна, той е по-трудоемък. За точно изчертаване на контурите трябва да се използва пантограф. Пространството за нанасяне на подробности се намалява.

Методът на разгънатите проекции не намалява пространството за нанасяне на подробности. Контурите се изчерпват непосредствено, без да се използва пантограф. Методът отговаря доста точно на субективно възприемане на пещерите, когато се прониква в тях. От друга страна, той не позволява непосредствено нанасяне на топографска карта. Изобразяването на сложни лабиринтни и многоетажни пещери среща доста трудности и поради това методът може да се препоръча преди всичко за пещери с една галерия, с малко разклонения.

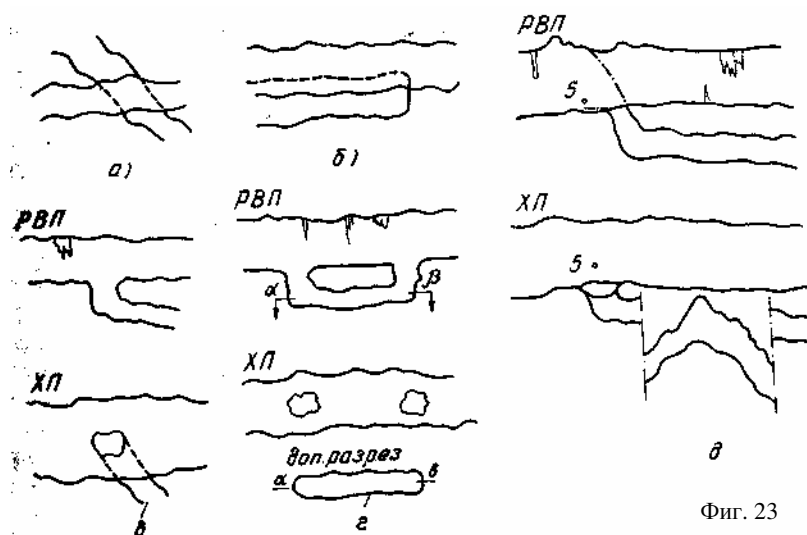
Комбинираният метод представлява едно Соломоново решение между трудността на изработката и точността и е най-разпространеният метод при картирането на пещери и пропаста.

Накрая ще отбележим, че независимо от това, по кой метод е картиран даден обект, ако картата е добре изработена, тя позволява да се намери образът по всеки друг метод.

Специални похвати

Както вече споменахме, пещерите и пропастите са сложни пространствени обекти и често пъти поставят в затруднение картиращия. Стандартните средства за изобразяване, които описахме, не винаги водят до получаването на задоволителен резултат. В този раздел ще демонстрираме някои специални похвати, които, допълвайки основните методи, могат да доведат до по-добри решения.

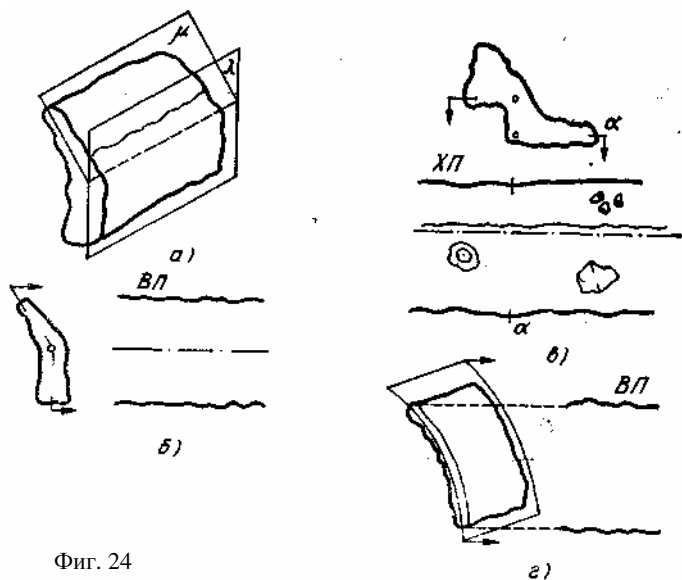
Един от най-често срещаните случаи в практиката е случаят, когато галериите се застъпват или лежат една под друга. Такива ситуации се



Фиг. 23

изобразяват или като галерията, която лежи отдолу, се показва с пунктир (но в такъв случай детайлите върху нея не се отразяват), или като тя бъде изкуствено изнесена в страни на подходящо място, или като се представи със самостоятелен допълнителен разрез. Различни варианти на изобразяване на подобни ситуации са показани на фиг. 23

При галерии със сложна форма на напречното сечение разрязването с една основна надлъжна равнина

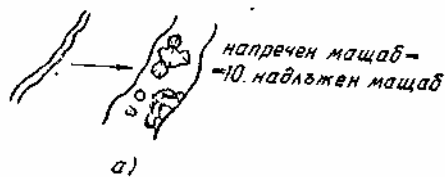


Фиг. 24

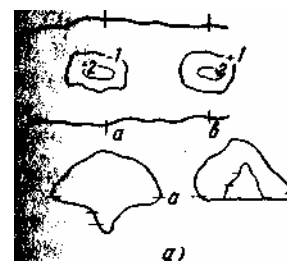
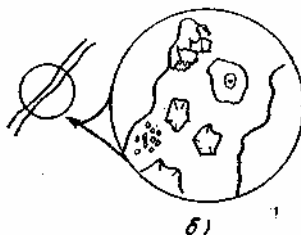
или с една вертикална надлъжна равнина може да не дава задоволителен резултат. Например (фиг. 24) разрязването само с равнината λ води до вертикален план, който, макар и точен, не дава вярна представа за пещерата. В такъв случай се използват няколко равнини, които могат да се различават от стандартните, но това трябва да бъде указано на картата както на фиг. 24б (обърни внимание на осевата линия). Аналогичен е случаят с хоризонталния план от фиг. 24в, където се използват две основни равнини. Понякога (фиг. 24г), когато няма друг изход, разрязването може да се изкриви с криви повърхнини, при което резултатът ще бъде близък до този, който се получава при външна проекция.

Накрая, за да се изобразят подробности в релефа на пода на галерията (обикновено при по-малки мащаби) или при сложна форма на напречното сечение на пещерата може да се

прибегне така наречената котирана проекция (фиг. 26). При нея освен разрезът с основната надлъжна равнина галерията се разсича с допълнителни равнини, успоредни на нея. Ръбовете, в които те допират скалата, се изобразяват с по-тънки линии и се означава разстоянието по вертикала от тях до основната равнина със знак "+", ако са над нея, и със знак "-", ако са под нея.



Фиг. 25

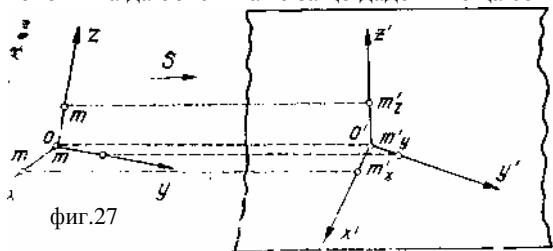


Фиг. 26

АКСОНОМЕТРИЧНА ПРОЕКЦИЯ

Картите, изработени по описаните дотук методи, представляват достатъчно точни за нуждите на практиката образи на подземните обекти и дават пълна характеристика на основните им размери и формата им по определени направления. Обаче те не са достатъчно нагледни. Добра нагледна представа може да се получи с аксонометричния метод на изобразяване, при който се извършва външно проектиране в една равнина в общо положение. За сметка на нагледността обаче, ако картата не в аксонометрична проекция се претрупва с допълнителни проекции, губи се възможността за определяне на някои размери на обекта, така че обикновено тя не може да замени карта, изработена по другите разгледани методи.

В този раздел, без да се стремим към пълно изясняване на аксонометричния метод, ние ще се опитаме да предложим практически предписания за изработка на карти в аксонометрична проекция. В частност обикновено няма да обясняваме защо дадени неща се правят по предложенния начин. Интересуващите се могат да по-



лучат допълнителни сведения от ръководствата по дескриптивна геометрия. Още в самото начало държим да обърнем внимание на факта, че картата на даден обект в аксонометрична проекция може да се изработи от вече готова карта, получена по някой от другите методи на изобразяване.

Като първа стъпка при изработване на карта в аксонометрична проекция трябва да привържем подземния обект към подходяща координатна система. Оста O_z на координатната

система се избира винаги сочеща вертикално нагоре. Оста Ox се избира или в преобладаващото направление на обекта, или в средното направление на обекта, като може да сочи както навътре, така и навън. При чисти пропасти, когато такова направление не може да се определи, направлението на оста Ox може да се избере произволно. Посоката на оста O_y се избира след избирането на посоката на оста Ox , така че да се получи дясна координатна система. Ясно е, че при така въведените ограничения върху положението на координатната система, за да я познаваме, е достатъчно да познаваме азимута α_x на оста Ox .

Като втора стъпка при изработването на картата се избира равнина λ , върху която ще се извърши проектирането и посока \vec{s} на проектирането (фиг.27).

Равнината на проектиране трябва да се избере в някакво общо положение спрямо обекта. Например може да се избере така, че да сключва ъгъл около 45° със средното направление на галериите. Ако сме избрали дадена равнина на проектиране, то всяка друга равнина, която е успоредна на нея, върши същата работа.

Според това, дали посоката на проектиране е перпендикулярна на равнината на проектиране или не, се различават два вида аксонометрия - ортогонална и наклонена.

Проекциите на координатните оси в равнината на проектиране се наричат аксонометричен кръст. На фиг. 27 аксонометричният кръст е образуван от осите $O'x'$, $O'y'$ и $O'z'$. Мащабните единици

$m_x = m_y = m_z = m$ върху осите Ox , O_y и O_z , съответно при проектирането променят своята дължина и се превръщат, m_x' , m_y' и m_z'

Отношенията $l_x = \frac{m_x'}{m}$, $l_y = \frac{m_y'}{m}$ и $l_z = \frac{m_z'}{m}$ се наричат коефициенти на скъсяване по съответните оси.

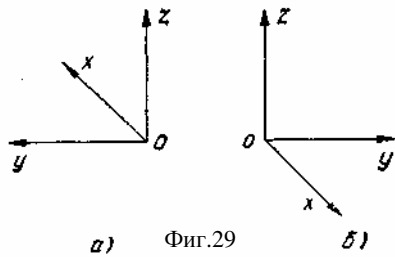
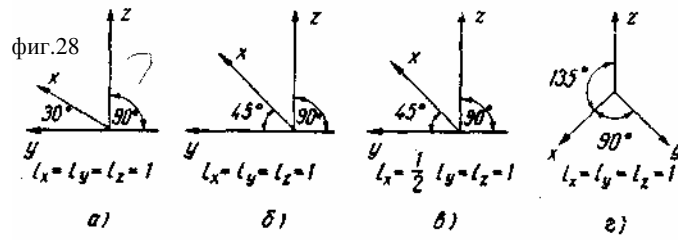
Ако се познават коефициентите на скъсяване и мащабната единица m в пространството, то могат да се определят мащабните единици върху аксонометричния кръст $m_x' = m.l_x$, $m_y' = m.l_y$ и $m_z' = m.l_z$

Следващата стъпка при изработването на карта в аксонометрична проекция е да се определят аксонометричният кръст и коефициентите на скъсяване. В зависимост от това, дали аксонометрията е наклонена или ортогонална, тази задача се решава по различен начин.

При наклонена аксонометрия връзката между параметрите, които определят положението на проекционната равнина, направлението на проектиране и аксонометричния кръст, е твърде сложна. Поради това вместо проекционна равнина и направление на проектиране се избират направо аксонометричният кръст и коефициентите на скъсяване. Както и да изберем три лъча, излизаци от един и същ връх, и както и да изберем три коефициента на скъсяване, те ще отговарят на някаква проекционна равнина и някакво направление на проектиране. Обаче, ако избираме произволно, вероятността да получим недостатъчно удачен и нагледен образ на обекта е доста голяма. Поради това е за предпочитане да се избере някой от следните стандартни аксонометрични кръстове (заедно с коефициентите на скъсяване): наведена диметрия (фиг. 28а), кавалиерна перспектива (фиг. 28б), кабинетна проекция (фиг. 28в), военна перспектива (фиг. 28г).

В първите три случая равнината на проектиране е успоредна на равнината yOz . Всички линии, разположени в коя да е равнина, успоредна на нея, при аксонометричната проекция ще се изобразяват без всякакви изменения. Това е особено удобно, когато обектът има галерии с направление, съвпадащо с направлението на

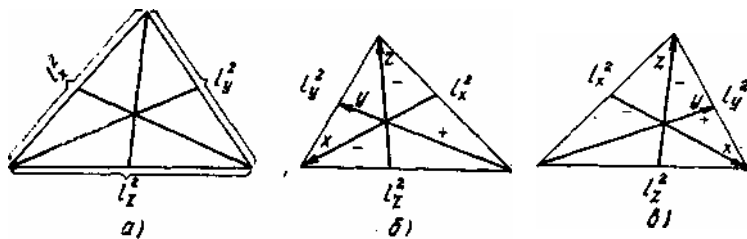
оста O_x . Вертикалните напречни сечения на такива галерии ще се пренасят на чертежа без всякакви изменения. Военната перспектива е удобна за изобразяване на пропасти. Всички хоризонтални напречни сечения ще се изобразяват без изменения и могат направо да се пренасят върху аксонометричната карта.



Нека посоката на оста O_x е посоката на развиване на пещерата от входа навътре. Тогава в равнината на чертежа при кръст от вида, показан на фиг. 29, картата ще отива нагоре и наляво на чертожния лист. Ако искаме да се получи обратният ефект, трябва да обърнем посоката на оста O_x , а също и на оста O_y , за да се получи дясна координатна система (фиг. 29б). При ортогоналната аксонометрия посоката на проектиране определя равнината на проектиране, тъй като последната трябва да бъде перпендикулярна на нея. Посоката на проектиране се избира субективно

- така както ни се струва, че ще се получи добър изглед на обекта и се задава с азимута си α_x и наклона си γ_s .

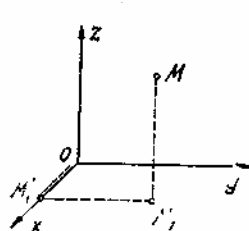
Тогава коефициентите на скъсяване се определят с формулите: $l_x = \sqrt{1 - \cos^2 \gamma_s \cdot \cos^2 (\alpha_x - \alpha_s)}$;



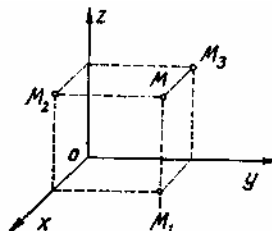
Фиг.30

$l_y = \sqrt{1 - \cos^2 \gamma_s \cdot \sin^2 (\alpha_x - \alpha_s)}$; $l_z = \sin \gamma_s$ където α_x е азимутът на оста O_x . Аксонометричният кръст се получава по следния начин: строи се триъгълник със страни, пропорционални на l_x^2, l_y^2, l_z^2 , като страната, пропорционална на l_z^2 , се разполага хоризонтално (фиг. 30а); прекарват се ъглополовящите на триъгълника. Именно ъглополовящите са образите на координатните оси, като срещу страните, пропорционални на l_x^2, l_y^2, l_z^2 , се спускат осите O_x, O_y и O_z съответно. За определяне на посоките на осите O_x, O_y и O_z се изчисляват $\cos \gamma_s \cos (\alpha_x - \alpha_s)$, $\cos \gamma_s \sin (\alpha_x - \alpha_s)$ и $\sin \gamma_s$ съответно. При резултат с отрицателен знак съответната ос е насочена към върха на триъгълника, а при , а при положителен - обратно (фиг. 30б). Ако при това не се получи дясна координатна система (каквато е случаят от фиг. 30б), трябва при построяване на триъгълника да се разменят страните, пропорционални на l_x^2 и l_y^2 съответно (фиг. 30в).

След избирането на аксонометричния кръст и коефициентите на скъсяване може да се пристъпи към изработката на аксонометричната карта на обекта. Тя представлява едновременна проекция на целия комплекс от основни надлъжни, вертикални надлъжни и напречни сечения върху проекционната равнина. За получаването ѝ се намират образите на всички възлови точки. След това точките, които са от сечението, получено с комплекса от основни надлъжни равнини, се използват за изчертаване със свободна ръка на аксонометричния образ на това сечение. По аналогичен начин се изчертават образите на останалите сечения. Колкото повече възлови точки се използват, толкова по-точна ще бъде аксонометричната карта, но и толкова по-трудоемка ще бъде изчертаването. В частност, ако свържем с линии образите на последователните реперни точки, ще се получи аксонометричния образ на осевата линия на пещерата.



Фиг.31

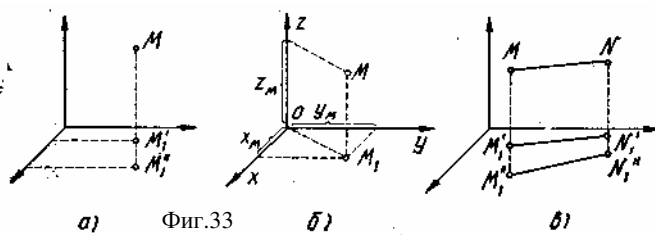


Фиг.32

Образите на отделните точки се намират с

помощта на техните координати. Ако x_m , y_m и z_m са координатите на точката M , то нейният аксонометричен образ се намира, както е показано на фиг. 31. По оста O_x се нанася координатата x_m , (като се използва машабната единица $m_x = l_x \cdot m$). През получената точка M_1' се прекарва права, успоредна на оста O_y , върху която се нанася координатата y_m . Точката M_1 , която се получава, е аксонометричният образ на проекцията на точката M в координатната равнина xOy . От точка M_1 се прекарва права, успоредна на оста O_z , и върху нея се нанася координатата z_m . Получава се аксонометричният образ на точка M . При това построяване не бива да се забравя, че координатите имат знак и се нанасят съобразно него. Получаването на аксонометричния образ на дадена точка M може да стане и с аналогични построения по всеки един от възможните пътища, показани на фиг. 32, които водят от началото O на координатната система до точка M . При различните пътища се получават аксонометричните образи на проекцията на точката M в различните координатни равнини.

Ако познаваме само аксонометричния образ на дадена точка, то ние не можем да кажем нищо за нейните координати. Например на фиг. 33а не е ясно дали аксонометричният образ на проекцията на точка M е точката M_1' или точката M_1'' , а всяка една от тях определя различни координати. За да можем да определим координатите на точката, е необходима допълнителна информация или аксонометричният образ на проекцията на точката в някоя от координатните равнини, или някоя от координатите ѝ.

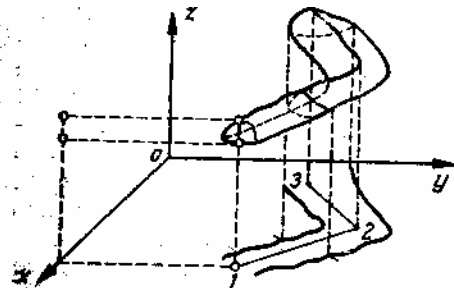


Например, ако познаваме аксонометричния образ M_1 на точката в координатната равнина xOy (фиг. 33а), то чрез прекарването на съответните успоредни прави може да се определят координатите на точката.

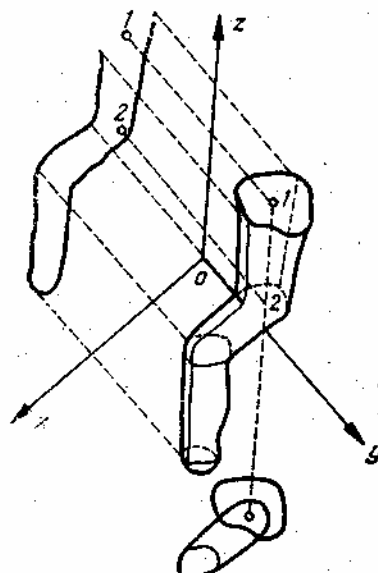
Аналогично се постъпва, когато се познава някоя от координатите. Ясно е, че положението ще бъде същото, когато разполагаме с образа на дадена права или произволна линия. Например на фиг. 33в не е ясно коя от правите $M_1'N_1'$ и $M_1''N_1''$ е аксонометричният образ на правата MN в координатната равнина xOy . Ако разполагаме с аксонометричния образ на проекцията на правата в някоя от координатните равнини, то можем да намерим координатите на всяка нейна точка и следователно по картата можем да извършваме измервания. Например можем да определим разстоянието между две точки M и N по формулата

$$\sqrt{(x_M - x_N)^2 + (y_M - y_N)^2 + (z_M - z_N)^2}$$

В противен случай това е невъзможно.



Фиг. 34



Фиг. 35

Описаните особености очевидно се разпространяват и върху общия случай на аксонометричен образ на дадена пещера, тъй като той също се състои от линии. Тогава, ако желаем аксонометричната карта да позволява снимане на размери, то освен аксонометричния образ на комплекса от сечения тя трябва задължително да съдържа аксонометричния кръст и аксонометричния образ на проекцията на комплекса от сечения в една от координатните равнини. Например на фиг. 34 аксонометричният образ на обекта е придружен с аксонометричния образ на проекцията му в равнината xOy . Вертикалните надлъжни сечения в проекцията се получават като прави линии - линиите 1-2, 2-3. Ето защо те могат да не се изобразяват изцяло, а да се покажат само реперните точки. Подобно напречните сечения също могат да не се показват изцяло в проекцията, но тогава трябва

да се покажат точките от ръбовете на основното сечение, крито ги определят. Възможно е в координатната равнина xOy да се приведе само проекцията на основния комплекс, а в xOz да се приведе проекцията на вертикалния равнинен комплекс (фиг. 35). Ако аксонометричната карта трябва да послужи само за създаване на визуална представа, аксонометричните образи на проекциите в координатните равнини не се привеждат, но и в този случай е желателно да се покажат координатите поне на реперните точки. Например x координатите им върху оста O_x на аксонометричния кръст. Накрая тези линии, които попадат в сянка, т. е. които са зад други, се нанасят с пунктир. Откриването на такива линии оставяме на съобразителността и интуицията на картировача.

5. УРЕДИ И ПОСОБИЯ ЗА КАРТИРАНЕ И РАБОТА С ТЯХ

Съвременната картировка на пещерите изисква и една по-съвременна база за картиране. Както казахме вече, поради специфичната трудност на картирането с теодолит под земята ние няма да засягаме работата с него. Затова ще се спрем на наложилите се от практиката не по-малко точни уреди за картиране.

Главният уред, с който се извършва картирането, е *геоложкият компас*. Сега всички клубове са снабдени с компаси, производство на фирмата Фрайбергер - ГДР, модел 69. Съществува и компас от по-висша класа - огледален модел 65. Компасът е устроен на принципа на взаимодействие между магнитното поле на земята и магнитното поле на намагнитена стоманена стрелка. Стрелката е поставена върху къса изострена под определен ъгъл стоманена игла. В центъра на стрелката е изработено уширение (шапчица), в което е втъкнато месингово цилиндърче, а в него малък рубин с конусно вдлъбване. Стоманената стрелка се върти свободно върху иглата, чийто позитивен конус влиза в негативния конус на рубина. Компасната стрелка е боядисана така, че черно оцветената ѝ половина да показва винаги север, а червената ѝ част да сочи юг. Южното рамо е малко по-късо ѝ е снабдено с медно пръстенче, чрез преместването на което към центъра или края се постига равновесие на стрелката върху иглата. Стрелката и иглата са поместени в корпуса на компаса, изработен от анодиран алуминий. Корпусът е правоъгълен с размери 93x76x22 мм.

В корпуса са монтирани още:

а) Компасен лимб - лимбът на геоложкия компас е разделен на 100 гради, а на по-старите модели на 360 градуса. За разлика от обикновените компаси лимбът на геоложкия компас е разграден в посока, обратна на часовниковата стрелка, като деленията са през 2 г. Компасът дава възможност за уточняване на отчета до 1град.

При картировка в пещерите компасният лимб трябва да бъде центрован чрез предавката (винта), намираща се от дясната страна на корпуса.

б) фиксатор на компасната стрелка - той представлява бутон, който чрез лостче е свързан с иглата на компаса. Служи за притискане на стрелката към стъклото, когато с компаса не се работи;

в) клинометър - под компасния лимб. Основата на компаса е разграфена в лявата си половина на два квадрата по 100 гради. Специална част с черен показател, долният край на която е прекарана през компасната игла, служи за отчитане на вертикалните ъгли, измервани от уреда. Застопорява се с бутон, намиращ се отдолу на корпуса, като се следи черният показалец на клинометъра да съвпада със севера на компасния лимб;

г) кръгла либела - вляво на лицевата страна на корпуса. Представлява мехурче в ректифициран петрол в херметически затворено пространство. На прозорчето на либелата има изчертано кръгче с червен цвят, в центъра на което при правилно хоризонтално положение трябва да попадне въздушното мехурче;

д) втората такава хоризонтална либела се намира на лявата страна на корпуса. Въздушното ѝ мехурче трябва при правилно положение на компаса да застане между двете вертикални червени чертички на двете прозорчета;

е) компасът има още един клинометър - той се намира от лявата страна на «плочката» на компаса. Тази плочка играе тройна роля — пази компаса от механични повреди откъм лицевата му страна, служи като линийка с крайната си част и може да се използва като клинометър. В картировката този клинометър е по-неточен, тъй като е разграфен през 5 гради, но удобен при геоложка работа. «Плочката» има още една функция при компас модел 65. От вътрешната страна при този модел е монтирано огледало, което позволява, без да се мести компасът, при ръчно азимутиране да се установи посоката;

ж) стъклото на компаса се притиска под компасния лимб с тънък пръстен, който е с дясна резба;

з) страничен визьор - при геоложки компас модел 65. Състои се от блок-цилиндър с разграфяване през 5 гради и щифт за прикрепяне към корпуса на компаса. Върху цилиндъра е закрепен много фин тръбен визьор в малка тръбичка. Откъм нейната челна страна се намира кръстачка за центроване, а от страна на наблюдаващия - малка лупа.

Цилиндърът с визьора се поставя от лявата страна на корпуса в предназначения за това отвор, а близо до него има хоризонтална черна линия - отчетник.

Освен казаното до тук геоложкият компас има шнур за окачване на врата, прекаран през корпуса. Неговото укрепване не е много сполучливо, поради което шнурът при по-силно дръпване може да се измъкне от корпуса и компасът да падне. Освен това този начин на закрепване не позволява свалянето на шнура, който при някои манипулации пречи.

ПОДДЪРЖАНЕ НА ГЕОЛОЖКИЯ КОМПАС

С геоложкия компас, който, освен че е много точен и прецизен уред, е и доста скъп, затова с него трябва да се работи много внимателно. Той трябва да се пази от удари, кал и вода. Често трябва да се сверява с други нови компаси. Това се прави по следния начин: върху маса без стоманени части се залепва със скоч лента парче паус. При освободена стрелка, установена в положение NS, се изчертава линия с молив. Същата се проверява с нов компас. Внимава се N-означение на компаса да съвпада с означената вертикална чертица на лимба. Центровката се осъществява чрез специалния винт, намиращ се на дясната страна на компаса. Той може да се командва с нокът или с една двестотинкова монета до съвпадане.

Не трябва да се насила нищо по геоложкия компас. След работа при изцапване с кал компасът много внимателно трябва да се почисти с чиста кърпа или със салфетка и четка. Трябва да се има пред вид, че калта в пещерите почти винаги съдържа малки частици пясък (силикати), които ще действуват вредно, ако не бъдат внимателно почистени.

Един недостатък на геоложкия компас е, че в него лесно може да проникне вода. При добро желание може да се направи следното: развива се рингът, който притиска стъклото към лимба, чрез придвижване с фина отверка наляво и от много фина гума или пластмаса се изрязва кръг с външен $D=65$ мм и вътрешен $D=60$ мм. Подобен ринг, но изрязан от широка скоч лента, се залепва върху подвижния долен капак, а кръгче - върху стопорния бутон, но изпъкнало нагоре като шапчица.

При измокряне на компаса отвътре се налага свалянето на ринга и стъклото. Много внимателно се изважда стрелката далеч от железни предмети. Подсушен с парче от чиста памучна тъкан, Компасът се оставя отворен на проветриво място. При опасност от оставяне на влагз трябва да се капнат няколко капки чист спирт на местата на пружините на винта за обръщане на ринга и на стоманената игла. След пълното подсушаване трябва много тънко да се постави часовникарско масло на същите тези места. Недостатъчното подсушаване води до оксидация на вътрешността. Долната част на компаса се разглобява за основно почистване, като с фина часовникарска отверка се отвинтват микровинтовете, намиращи се по страните на корпуса. При сглобяването обаче трябва много внимателно да се центрова лимба спрямо компасната стрелка. В противен случай има опасност стрелката с единия от краищата си да опре в лимба.

В страната се внасят и отделни клинометри, производство на същата фирма от ГДР. Те са удобни с това, че измерването на хоризонталните ъгли с геоложки компас може да става едновременно с вертикалните (клинометър), ако двата бъдат монтирани на една обща стойка. Този вид клинометри представлява кутия с размери $80 \times 50 \times 16$ мм. От едната тясна страна има окуляр-лупа. Под него на тясната страна има стопорен бутон. В ляво на широката част има кръгло прозорче с млечно бяло стъкло. През него трябва да се освети с фенерче барабанът, който се вижда през окуляра. На него са разграфени две скали: едната в гради, а другата, срещуположна - в проценти. Деленията на градната скала са през 1 градус, а на процентната през 5%.

Принципи на действие: с едното око се гледа през окуляра, а с другото в насочената срещу работещия светлина. Барабанът е конструиран така, че чрез пружината в противостоящия ѝ баланс да показва почти веднага (до успокояване) \pm ъгъла на наклона. От дясната страна е дадена таблица за изчисляване на превишението, когато работим с процентната скала.

За да се извърши добра и точна работа при картиране под земята, необходимо е всяко измерване с геоложкия компас да става прецизно при добро центроване с двете либели и при пълна неподвижност на компаса. Това не е възможно в редица случаи, особено в тесни вертикални или хоризонтални пукнатини, много ниски галерии във водни пещери. Още по-трудно се правят хоризонтални профили във вертикални кладенци. В такива случаи картировачът се примирява с факта, че ще трябва да работи с компаса «от ръка» или в краен случай на земята. Но при всички други случаи се налага усъвършенстване на процеса и приближаването му колкото може повече до картирането с теодолит. За тази цел е необходимо притежаването на стабилен фототри-ножник, за да може да се работи бързо и ефикасно. Затова компасът трябва да се прикрепя към триножника не направо, а чрез ябълковидна (кугелна) глава. Фотопанорамните глави не са сполучливи за тази цел. Те или имат стоманени части, или имат възможност само за вертикално и хоризонтално нагласяване, а това не е достатъчно. Най-често триножникът трябва да застане в такова криво положение, което може да бъде постигнато само с кугелна глава. Тя трябва да бъде изработена само от месинг (алуминият заяжда при измокряне или изкаляне).

При наличието на кугелна глава компасът може да се закрепя стабилно и ще бъде в състояние да отчита хоризонтални ъгли, но за да отчете вертикални, трябва да се използва клинометърът на плочката. Но там отчитането е през 5г. Става ясно, че при всяко измерване на наклона трябва да се сваля компасът от кугела или да се направи някакво приспособление.

Една малка рационализация ще позволява компасът да се сваля бързо, а наклономерът заедно с отделния окуляр остават върху триножника.,

Тук трябва да поясним, че компасът трябва да влиза плътно стегнато в плексигласовото приспособление. Плексигласът трябва да бъде с дебелина 10 мм. Тази дебелина може да се постигне и от два пласта по 5 мм., слепени с дихлоретан или хлороформ. Плексигласовата стойка е така конструирана, че може да се върти в пълен кръг. При добра центровка с двете либели от място могат да се вземат азимути във всички посоки. С окуляра бързо се намира светлината на помощника, а с допълнително поставеният клинометър бързо се уточнява ъгълът на наклона. Компасът се сваля лесно и с него може да се работи върху планшета.

Работа с геоложкия компас при картировка. При картирането се отчитат два вида ъгли - хоризонтални и

вертикални. Установихме, че това може да стане или само с геоложки компас, или комбинирано, само с отделни приспособления за отчитане на вертикални ъгли. В този раздел ще разгледаме само принципа на работа с геоложкия компас. Но преди това трябва да вземем под внимание, че този компас се различава от обикновения по три принципа: лимбът е разделен на 400 гради, по 100 гради във всеки от четирите квадранта, деленията започват от 0 гради от ляво на дясно и местата на W и O са разменени. Това се е наложило от следните съображения - докато при обикновените компаси стрелката трябва да се успокои на 0 градуса и тогава се отчете посоката към търсената, точка, то геоложкия компас се насочва с дългата си страна (заедно с отворената плочка) към търсения предмет, а с натискане на бутона синята част на стрелката показва направо азимута.

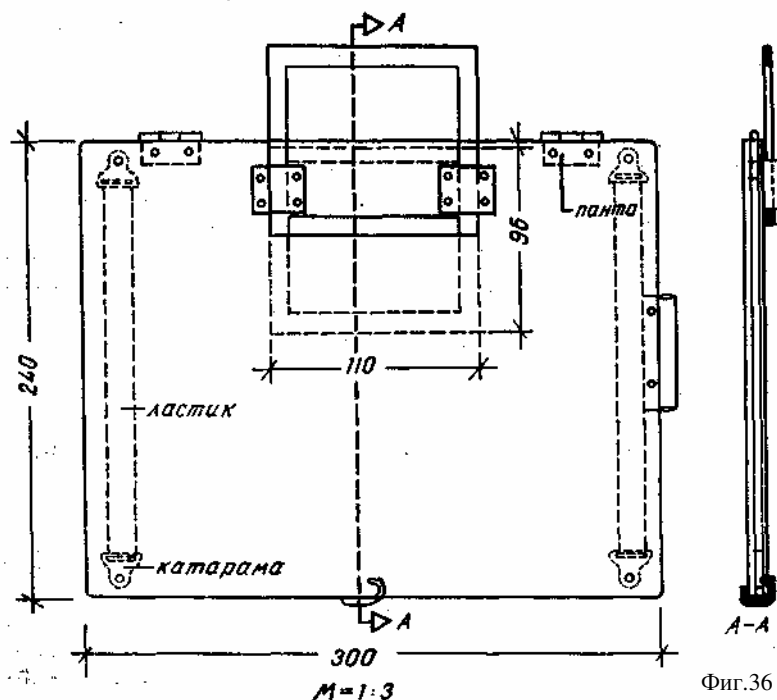
Поставеният върху триножника компас внимателно се хоризонтира с двете либели, насочва се към търсения предмет, натиска се стопорният бутон и като се изчаква успокояването на стрелката, се отчита показаната цифра от нейната черна част. При още по-внимателно отчитане разликата от 2 г. може да бъде намалена на 1 г., ако стрелката сочи между двете чертици. Цифрата се записва в планшета и картировачния фиш.

Отчитането на вертикални ъгли, т. е. наклоните в гради, може да стане, както казахме, чрез плочката, отделен клинометър или най-добре с поставяне на компаса на едната му страна (откъм вътрешния клинометър) върху опънатата рулетка. С освобождаване чрез бутона показалецът дава съответния ъгъл.

Върху точността на геоложкия компас оказват влияние много предмети, които картировачът носи със себе си: акумулаторни лампи, боксове, електрически фенерчета, железни копчета и др. Стоманената рулетка също оказва влияние върху точността на измерването. Неточности се получават и при картировка в мраморни пещери с рудни жили, вулканични пещери и др.

Планшет. Планшетът е дуралуминиев или от гетинакс, текстолит или друг материал, който не влияе на точността на измерванията и се използва масово при картировка в пещерите. Планшетът се сглобява от две плоскости, скачени с месингови пантички. Размерите на планшета, които ви препоръчваме, са 30x24 см. Той е направен от дуралуминиева ламарина с дебелина 1-2 мм. От двете вътрешни страни на дуралуминиевите пластинки с помощта на катарамы и месингови винчета са поставени по два ластика. Ластичите служат за прикрепване на милиметровата хартия към планшета. Затварянето на планшета се осъществява с кукичка, за да не се отваря и да е по-удобен за носене. От външната страна на планшета е закрепена с пластини и дуралуминиеви нитове съгъваема дръжка. От страни трябва да се предвиди място за поставяне на молива (фиг. 36).

Планшетът би могъл да бъде с по-големи размери, но трябва да се събира в пещерната торба и да не пречи при придвижване в пещерата.



Фиг.36

Рулетки. Най-старият тип рулетки с платнена лента и дължина 50 м. са доста неточни и отчитането на разстоянията по тях е доста трудно, тъй като те лесно се зацапват с кал. Съществуват и рулетки с конек, производство на фирмата «Дреслер». Състоят се от предавка, магнетонен или друг брояч и ос, върху която е нанизана макара с дължина 1000 м. Тези части са събрани в кутия от нечуплива пластмаса или дуралуминий. Рулетките имат много недостатъци - при разтягане на конеца при работа с тях не могат да се взимат верни разстояния встрани от рулетката. При оригиналните рулетки броячът не се изчиства, резултатите от всички измервания се пресмятат чрез изваждане.

По-лесно ще бъде за работа, ако броячът, който поставим, има възможност за изчистване.

Този тип рулетки би могъл да се използва за измерване на отвеси или проверка на дължини на малки отсечки и при повърхностна картировка. Металните рулетки от 15 и 20 м, които се използват масово при

картиране, оказват влияние при точността на картирането, Затова при работа с тях трябва да се внимава и компасът да се държи по-далече от тях.

Най-добри за работа в пещера се оказват платнените рулетки с метална нишка в тъканта. За съжаление не всеки клуб би могъл да внесе или намери подходяща рулетка. Затова металните рулетки остават засега като основно средство за картиране.

Метри - за отчитане на измерените разстояния и височините, където е възможно се използват дървени метри. Най-добре е той да бъде двуметров.

Пикети - за отбелязване на опорните точки могат да се използват пикети от хартия или по-добре от бяла мушама. Този вид пикети са нетрайни. Най-трайно е отбелязването на опорните точки с червена или жълта боя. Пикетите служат за ориентировка в пещерата при работа или проверка на картата. Ето защо не трябва да се пренебрегва работата с тях. Всяка опорна точка трябва да има ясно написан номер на подходящо място.

Триножници - обикновените фотографски триножници са неудобни за работа в пещерите, а и оказват влияние върху компасната стрелка. Дървените фототриножници се оказват най-подходящи за точна работа под земята. При работа с плексигласовата стойка и особено с накломера е необходимо светлината на помощника да бъде закрепена също на дървен триножник. Закрепването на целевото фенерче трябва да позволява неговото движение в хоризонтална и вертикална посока. При всички случаи обаче височината на помощната светлина трябва да отговаря на височината на компаса или комбинирания уред.

Центроването на триножника точно върху опорната точка се осъществява с малък отвес, закачен отдолу на триножника.

ДРУГИ ПОСОБИЯ ЗА КАРТИРАНЕ

Моливи - за предпочитане е да се използват няколко меки моливи НВ и Р, като не забравяме резервни графити и острилка (гласпапир). Гумата и моливът трябва да бъдат прикрепени с верижка или тънък здрав шнур към планшета или врата на кар-тировача.

Милиметровата хартия на планшета, предварително нарязана в необходимия формат, трябва да се постави в добре затворен плик.

Граден кръг - градният кръг трябва да бъде съобразен с посоката на компасния лимб и да не е много голям. Картировачът трябва да носи със себе си и тебшир за картиране на сложни лабиринти в пещерите.

6. МЕТОДИ ЗА ЗАСНЕМАНЕ НА ДАННИ

ТАКТИКА НА КАРТИРАНЕТО

Картирането се извършва от картировъчна група от трима или четирима пещерняци. Броят на членовете на картировъчната група зависи от тяхната квалификация и сложността на обекта. Първата задача на картировъчната група, след като намери входа на търсената пещера, е да се запознае подробно с местността около входа и направи ситуационно кроки.

Картировъчната група от четирима пещерняци се състои от: главен картировач, помощник-главен картировач и двама помощници. След запознаването с пещерата, за което говорихме, главният картировач трябва да прецени с какъв мащаб трябва да се работи и дали е нужно да се представя хоризонталният план в един, а вертикалният в друг мащаб.

Мащабът е в пряка зависимост от дължината на пещерата и съотношението на широчината към нейната височина. Мащабът на картата се определя на място от главния картировач, като избере един от утвърдилите се в практиката мащаби: 1:100, 1:200, 1:300, 1:400 или 1:500.

Основната задача на главния картировач е работата с уредите за картиране - геоложкия компас, накломера и нанасянето на отчетите на планшета. Той нанася също контурите на пода, свода, стените на пещерата на съответните планове. Записва на планшета данните за всяка отсечка.

Помощник-главният картировач води картировъчния фиш, измерва и записва разстоянията вляво и вдясно от рулетката. Той преценява местата на профилите и ги чертае на своя планшет.

Двамата помощници разпъват рулетката между опорните точки и избират местата им. Единият от тях маркира точно мястото на опорната точка и написва на подходящо място нейния номер.

Картировъчната тройка трябва да се състои от опитни картировачи, тъй като те се натоварват с повече работа по картировката, а и в този случай тя трябва да бъде прецизна.

При клубни експедиции най-добре се работи с картировъчна четворка. В нея трябва да бъдат включени един или най-добре двама начинаещи пещерняци. Това забавя картирането, но действа възпитателно и повишава квалификацията на всички членове на клуба. Смяната на главния картировач и неговия помощник може да стане след като останалите членове на групата придобият не само необходимите теоретически познания, но и необходимия практически опит.

При международни и републикански прояви картировъчните групи трябва да се състоят от пещерняци с дългогодишен опит в картирането. Групите трябва да бъдат сформирани така, че отделните участници в тях да могат да се сработят лесно помежду си, а ако това не е възможно, налага се те да бъдат от един пещерен клуб или да са работили заедно.

КАРТНИ ЗНАЦИ

Картните знаци, приложени в края на книжката, са одобрени от БФПД и приети на Националната конференция по спелеология през 1976 г. Те включват и международните знаци за картиране и са задължителни за всички пещерни клубове към туристическите дружества.

Картните знаци, изобразяващи различни явления в пещерата, трябва да бъдат съобразени с мащаба на картата.

При картировка в пещерата не е необходимо картировачът да нанесе на място точния знак, обозначаващ образуванието или явлението. Това може да стане с изясняване встрани чрез стрелки и текст, обясняващ явлението. По-късно при изчертаването на оригинала на мястото на явлението се нанася неговият картен знак.

При големи образувания или групи вторични образувания по пода се взема разстояние и азимут до тях.

РАБОТНА КАРТА НА ПЕЩЕРАТА

Основната задача на главния картировач е върху планшета да състави работната карта на пещерата. Картировачът започва своята картировка с най-важното - надписва първия картен лист. В картировъчния фиш и в долния десен ъгъл на картния лист той отбелязва следните данни: име на пещерата, име на селището, близо до което се намира пещерата (или границите на землището), местността, в която се намира, мащаб, дата на започване на картировката и картировачи. Всеки следващ лист трябва да носи пореден номер и името на пещерата, за да не става объркване. Ако картировачът не разполага с картировъчен фиш, всички данни, като метраж, посока в гради и наклон за дадена отсечка, се записват на картния лист.

Хоризонталният план, вертикалният план и напречните профили трябва да се разположат (по възможност) върху работната карта един под друг и да се чертаят успоредно. Това се прави, за да не се получават грешки и пропуски и за да постигнем по-голяма прегледност при картирането.

Методи на заснемане

В съществуващата до този момент практика са известни няколко метода за заснемане.

а) *Метод на заснемане с бележник.* Този метод се състои в записване на данните за всяка отсечка (азимут, разстояние между опорните точки, отсояния от рулетката, встрани и височината на свода) в бележник или картировъчен фиш. На по-трудните Пасажи картировачът прави окомерна скица в бележника или на отделен лист. Групата за картиране при този метод се състои от един или двама пещерняци. Много голяма част от данните се взимат на око. Не е изключено да се допуснат непоправими, грешки, които да не позволяват на картировача да направи дори точна окомерна скица на обекта. Съставянето на карта от такива данни е трудна, а често пъти и невъзможна задача. Скицата или картата при този метод се съставя извън пещерата. Картировачът трябва да има изключителна памет, за да може да състави карта, която да има претенции за вярност и точност. При съвместна работа този метод може да бъде съставена предварителна скица на големи обекти. Така изготвената скица може да послужи само като помощен материал при изготвяне карта на пещерата.

б) *Метод на трите отсечки.* Методът на трите отсечки съдържа почти всички елементи на заснемане на данни и оформяне на работната карта, които съставляват и метода на свързаното заснемане. Затова тук ще посочим само неговите предимства и недостатъци.

Основната особеност на метода на трите отсечки е представянето на всеки участък между две опорни точки отделно от останалите. Поради това при съединяването на отделни участъци се допускат грешки. Картировачът трудно може вярно да свърже контура около опорната точка. Това е причина работещият по този метод да не може да отрази точно характерните морфологични особености на пещерата при съставянето на общата ѝ карта. При вертикалният план се получават несъответствия при свързване очертаванията на свода на отделните участъци, особено в осукани галерии. Този недостатък на метода може да се избегне чрез допълнително точно очертаване контурите на галерията в местата на свързване.

При метода на трите отсечки картировачът може да си служи с милиметрова хартия при отразяване на разстоянията вляво и дясно от рулетката, докато при метода на свързаното картиране се налага да се работи с малка мащабна линейка. При метода на трите отсечки един неправилно записан азимут може да доведе до трудно поправими грешки при събирането на отделните участъци в обща карта.

в) *Метод на свързаното картиране и техника на заснемане на данни.* Известни са няколко подхода при заснемането на данни за съставяне на работната карта на пещерата. В зависимост от условията и желанието на картировача картирането може да започне от крайната точка, до която е достигнал към входа на обекта. Това се налага при картирането на дълбоки пропасти или големи (дълги) и трудни за проникване пещери, откъдето излизането до входа е трудно и изискващ много време процес.

Заснемането може да се извърши и чрез прескачане през една опорна точка. Ако тази точка е първоначалната, то картировката следва да започне от втората опорна точка. Взима се обратен азимут към първата точка и се заснемат необходимите данни. След това се взема азимутът към третата точка и се снемат необходимите данни. Когато това стане, картировачът застава с инструмента на четвъртата опорна точка. От нея той взема необходимите данни към третата, а след това петата и т. н.

Най-добре се извършва картирането, като се започне от входа на пещерата навътре. Картиращият почти

винаги започва картировката от хоризонталния план, особено при пещери с малка денивелация (слабо наклонени).

Хоризонтален план

Хоризонталният план се изработва, като пещерата се разрязва с основна надлъжна равнина. Разрязващата равнина се избира така, че да се отразят по-добре контурите на галерията или поточно границата на допиране на пода със стените на пещерата.

Ясно е, че се стремим да се доближим колкото е възможно до външна проекция. Разбира се, в процеса на картиране се допуска разместване на основната равнина с малки граници, следвайки морфологията на пещерата.

Планът се ориентира спрямо посоката север, а мащабно намалените контури се чертаят с действителните им очертания. Всички образувания и други подробности се предават със знаците за картиране или точно по контурите с достатъчно по-голям по размерите им знак.

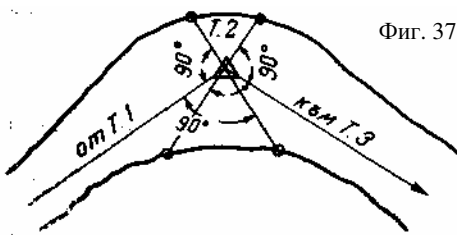
Картировката се провежда при следния ред и последователност, с картировъчна група от четирима пещерници: Определя се първата опорна точка. Правят се замервания встрани от входа до характерни черти и се чертае профилът на входа. От определената първа опорна точка двамата помощници разпъват рулетката до втората опорна точка. Те се стремят не само рулетката да попадне в центъра на галерията, но и между двете опорни точки да има пряка видимост. Вторият помощник трябва да избере и разположи втората опорна точка така, че тя да има и най-добро разположение спрямо третата опорна точка. Главният картировач застава с уредите за картиране на първата опорна точка и започва работа.

Определя азимута и наклона на първата отсечка. Двамата помощници опъват добре хоризонталната рулетка и отчитат нейната дължина. Вторият помощник я съобщава на главния картировач. Помощник главният картировач записва всички данни за отсечката в картировъчния фиш. Главният картировач ориентира своя планшет по северната стрелка на компаса. После нанася азимута на отсечката и мащабно намалената ѝ дължина върху планшета. Опорните точки се отбелязват с триъгълничета (вж. знаците за картиране). След нанасяне на мащабно намалената отсечка картировачът започва най-сложната част на картирането. В зависимост от исканата точност съгласно инструкцията за картния фонд на БФПД помощник-главният картировач измерва през определена дължина разстояния вляво и дясно от рулетката. Измерванията се правят под прав ъгъл спрямо опънатата рулетка. Тези разстояния, мащабно намалени, се нанасят по същия начин върху работната карта. Линиите на тези отсечки се нанасят съвсем леко с молива на картния лист, те са само ориентировъчни. Съединявайки крайните точки на тези напречни отсечки от двете страни на оста по дължината, картировачът получава извивките на пещерната стена и на картния лист се получава мащабно намаленият план в размерите на тази отсечка.

С това обаче не свършва работата на картировача по тази отсечка. Тепърва той нанася всички подробности, намиращи се по пода на пещерата, чрез знаците на картиране.

Стигне ли картировачът до втората опорна точка, той отново ориентира планшета си по посоката *NS*. През това време двамата помощници сменят местата си, т. е. първият търси края на новата права отсечка по дължината на пещерната галерия, а вторият застава на мястото на първия. Когато това стане, първият помощник съобщава ясно и високо дължината на отсечката. Главният картировач определя азимута на отсечката и на осевения планшет нанася нейния азимут и мащабно намалената ѝ дължина. Повтаря се цялата процедура на записване данните на отсечките в картировъчния фиш от помощник-главния картировач, измерване и нанасяне разстоянията встрани от рулетката и т. н. Когато листът, на който главния картировач чертае работната карта, свърши, той продължава картировката на следващия лист милиметрова хартия. Всеки следващ лист задължително се номерира.

Свързването на две отсечки на работната карта, когато са на различни листа, става по следния начин: вземат се перпендикуляри спрямо оста на първата и втората отсечка; от опорната точка се очертават точно контурите между двата перпендикуляра, като тези очертания се прибавят към края на първата и началото на втората отсечка (фиг. 37).



Фиг. 37

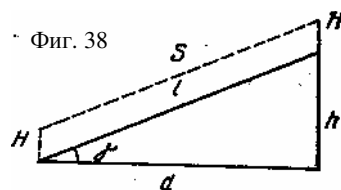
Местата на допиране на перпендикулярите около опорната точка с долната граница на стените на пещерата се отбелязват с боя или по друг траен начин.

Когато картирацията достигне до отвора на пропастта или странична галерия, а основната галерия продължава напред, то за тези образувания се оставя мащабно празно място и в последствие се картират и добавят. Разбира се, ако страничната галерия е съвсем къса, това може да стане бързо само с компасно измерване.

Добре е, ако от всяка опорна точка картировачът взема и обратен азимут. Отчетите между първоначално взетия азимут и обратния се различават с 200 гради или 180°. При възходящи или низходящи галерии е необходимо картировачът да измери техния наклон. Както казахме вече, измерването на наклона става с еклиметъра на компаса, а най-точно с отделен наклономер, монтиран на комбиниран уред. Ако работим с процентната скала на наклономера, намираме проекцията на измерената отсечка по следния начин: В таблицата, намираща се

на едната страна на уреда, срещу отчетения процент намираме необходимия ни коефициент. Проекцията се намира по следната формула – коефициент X (дължината в метри разделена на 20 (база на уреда)). Полученият резултат се изважда от дължината на отсечката и получаваме проекцията ѝ върху хоризонталната равнина.

Когато работим с накломера, монтиран върху плексигласовата стойка е задължително светлината на помощника да бъде установена на същата височина! Ако картировачът извърши отчитането по градната скала, той изчислява проекцията на наклонената отсечка и превишението по следния начин (фиг. 38):



$$H = l \cdot \sin \gamma$$

$$d = l \cdot \cos \gamma$$

h – превишение

H – височина на уредите

d – проекция

S – визирна линия

l – дължина на отсечката

Отчитането на наклона с градната скала е много по-точно, тъй като деленията са през един градус.

На хоризонталния план нанасяме проекцията на дължината на отсечката – d . Отчитането на вертикалните ъгли е важен процес и трябва да се извърши много точно. Всяко измерено разстояние с неговия наклон ни дава възможност да изчислим превишението със знак \pm . От друга страна ще можем точно да изчислим проекцията на отсечката и правилно да нанесем отсечката върху мислената хоризонтална равнина (в случая хоризонтален план). Това е от особено значение по отношение на обекта спрямо орографската повърхност и спомага за решаване на проблема: е ли, той някогашно (периодично или сегашно) губилище или е възходящ? Така могат по-нататък да се търсят някогашните връзки с пропастта, откъдето са идвали водите, или къде е (или е бил) изворът на водите, блуждаещи под земята.

Ако нанасяме направо измерените дължини, а не техните проекции, то в пространството (терена) дължината на пещерата ще бъде по-голяма и при едно нанасяне на нейните посоки по повърхността може тя да “прескочи някоя долина” или “да увисне във въздуха”

От практика знаем, че целият процес на начисляване на проекцията и превишението на място е крайно неприятен за винаги бързащите картировачи, но добрата и точна карта има за основа точно тези изчисления. Временно, с намалена точност картировачът, след като внимателно е записал всички данни, може да направи едно графично изчисление върху милиметрова хартия. За тази цел той може да използва един малък граден кръг и мащабна линийка; след като нанесе дължината на отсечката под измерения ъгъл на наклона, той графично изчислява проекцията, която нанася върху хоризонталния план. Точността при графичния метод не е голяма, но за момента при тежките условия за работа в пещерата това е достатъчно. Тези изчисления трябва да се проведат и вн от пещерата, ако условията не позволяват или почти всички отсечки имат наклон.

Заснемането на големи зали става с помощта на допълнителни опорни точки. Те трябва да бъдат разположени на такива места, че да позволяват най-точно и пълно заснемане контурите на залата. Съществуват няколко начина за заснемане в зависимост от конфигурацията на залата: чрез опорна точка в началото на залата (фиг. 39а), от която се определят допълнителни точки, опорна точка в центъра на залата (фиг. 39б) или с допълнителни опорни точки (фиг. 39в). Заснемането на данни с основна опорна точка в центъра или средата на обекта предполага и направата на един затворен полигон между точките по начина, посрчен на чертежите. На всяка крайна точка на хоризонталния план се пише метражът от входа на пещерата и се поставя съответният знак съобразно знаците за картиране.

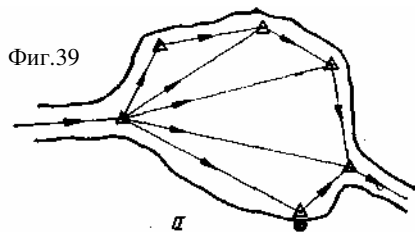
Добрият картировач трябва да може едновременно с хоризонталния план да състави и вертикален план на пещерите,

Вертикален план (надлъжен разрез)

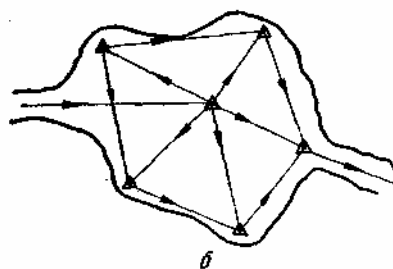
Вертикалният план се построява, като за целта всеки участък две опорни точки се разрязва мислено с вертикална надлъжна равнина и се проектира върху равнина, успоредна на нея. Образите на отделните участъци се разгъват до една и съща вертикална равнина – чертежната равнина. Вертикалната разрязваща равнина трябва да се избере така, че да отразява възможно най-пълно морфологията на пещерата.

При вертикалния план трябва да се внимава какви образувания пресичат равнината на картиране и те да бъдат отразени на него. Наклонът на пода се изчислява с наклономер или компас по начините, посочени в «Методи за заснемане на данни». За разлика от хоризонталния план върху вертикалния се нанася не проекция-

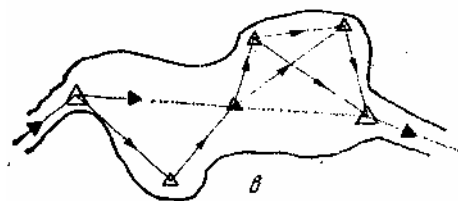
Фиг.39



а



б



в

та на дадена отсечка, а нейната измерена дължина под измерения ъгъл.

Ако подът и неговият наклон се определят и отразяват сравнително лесно, то сводовите части на пещерата не винаги са достъпни за измерване. Точно височината на свода можем да определим с наклономер (монтиран върху триножник), като използваме зависимостите в правоъгълния триъгълник. Но колкото и точно да работи картирацията при определяне височината на дадена точка от свода, той не може да отрази абсолютно точно контурите на свода (особено при големи височини). Тук картировачът поема най-голямата отговорност и когато не е в състояние да измери точно височините, ги преценява и измерва на око. Картирацията ще се доближи максимално до реалните очертания на сводовите части, ако той има дългогодишна практика и добре развито чувство за разстояние във височина. При вертикалния план се нанасят следните подробности: разстояние до ръба на венеца, положението на опорните точки, замервания към местния ерозионен базис (МЕБ), горестоящи галерии, постоянни подземни потоци, всички вторични образувания и всички подробности от хоризонталния план. Пещерният свод, когато не се вижда, се нанася с пунктир.

При заснемане на данните картировачът може да не се обвързва с определен метод на изобразяване. В този случай данните за хоризонталния план се отразяват върху работната карта в разгънат вид. Това има някои предимства: контурите на галериите се обрисуват без всякакво скъсяване, разполага се с по-голяма площ за отразяване на подробностите.

Допълнителната работа по проектирането се извършва, ако е необходимо в домашни условия, след избора на метода за изобразяване.

Напречни профили на пещери и пропасти

Напречните профили на пропастите представляват напречни разрези на определени места в дадена пропаст или пещера. Те имат за цел да изяснят съотношението между стените, пода и свода на пещерата, да покажат характерните особености, нива, площадки, образувания и форми. Всяка промяна в профила на галерията - стеснявания, характерни комини, цепки, са повод да направим напречен профил. Те са много важен елемент, за да разберем морфологията на дадена пещера и са ценни при едно морфологично изследване.

Местата на напречния профил се отбелязват на хоризонталния и вертикален план точно там, където са направени, като е указана посоката на гледане. На всяка отсечка се прави най-малко един напречен профил. Особено характерни форми на напречните профили изискват и фотодокументация.

Картиране на пропасти и пропастни пещери

Картирането на пропасти е сложен процес и изисква добра техническа и теоретическа подготовка. Ако пропастта е къса и стените се виждат добре отдолу нагоре, то картирането може да стане и от нейното дъно. Но ако тя прави различни чупки в терена, то тук само голямото внимание и търпение заедно с неудобното висене по въжетата може да помогне.

Преди да започнем заснемането на данни, картировачът трябва да избере равнините, по които ще извърши картировката. Влияние върху избора на равнина оказва главното направление на тектонските пукнатини и положението на дългата и късата им ос надолу по разреза. Обекта се разрязва с две равнини: с вертикална надлъжна равнина, за да изработи вертикален план, и с основна надлъжна равнина, за да се изработи хоризонтален план. Това, че основната равнина може да бъде доста стръмна, не трябва да ни смущава. Ако тя е абсолютно отвесна, от нея не може да се получи хоризонтален план. В такъв случай на хоризонталния план се отразяват само отворът и дъното. Но ако е наклонена, тя ще доведе до образ в хоризонталния план. Обикновено разрезът с основната равнина се привежда в картата и като допълнителен разрез. Когато пропастта е част от пропастна пещера, двете разсичащи равнини трябва да се избират така, че да могат да се привържат към общите планове. Някои съображения са приведени в глава 3.

След запознаване с обекта и избора на метода на изобразяване картировачът може да пристъпи към заснемане на данните. Картирането на пропасти започва с очертаване контурите на входа. Това е първият от серията напречни профили, които се правят по протежение на отвесите. Влияние върху избора на равнина оказва главното направление на тектонските пукнатини и положението на дългата и късата им ос надолу по разреза.

Измерването на дълбочината на пропастите се извършва с метална рулетка, а по добре с рулетка с конец. Измерванията с въже или по стъпнките на стълбата водят до големи грешки при определяне на дълбочината.

Слизайки по отвеса, картировачът очертава контурите на вертикалния план, а заедно с това прави напречни профили. Контурите на плана, а също и на профилите се очертават обикновено с приблизителна точност на око. Желателно е при възможност да се вземат по-точни разстояния по двете измервания на отвесните кладенци. Тези разстояния мащабно се нанасят на плана и профилите, като се прибавят подробностите.

За да си изясним развитието на пропастта в терена, трябва да се направи и хоризонтален план на пропастта. Чертае се с по-дебела линия входът, под него ориентирано по компаса с пунктир се чертае дъното.

Както казахме, картата на пропастта се допълва с напречни профили, ориентирани спрямо севера.

При наличието на хоризонтални части картирането продължава по описания по-горе начин за хоризонтален план.

Картиране на сложни обекти и лабиринти

Картирането на сложни обекти може да започне само след основно проучване на обекта. Ако картировачът или картировачите не познават добре обекта или полигона, които са получили като задача, картировката ще бъде труден, а даже и невъзможен процес. Изисква се от пещерняците особено внимание и точност при картирането на сложните участъци. Членовете на картировъчните групи трябва да имат висока квалификация и високо чувство за отговорност.

В едноетажните пещери, които нямат отдолу и отгоре стоящи галерии, картировката е сравнително лесна. Определя се централната галерия и работата започва, като се картират последователно всички отклонения в една посока, примерно лявата, а после всички отклонения, намиращи се влясно. Картировката при лабиринтните пещери, които имат сложни ходове, прагове и възходящи галерии и етажи, е сложен процес. При изработването на плановете картиращият следва основната денивелация на дадения етаж, след което работата му може да продължи на разположения непосредствено под или над него етаж на пещерата. Особено внимание следва да се отдели на местата на свързване на отделните галерии с основната. При многоетажни и сложни пещери се налага да работим с пикети и данните за всяка отсечка да бъдат записани в картировъчния фиш. Ако лабиринтът няма добре изразена основна галерия, то картировачът трябва да раздели пещерата на отделни полигони, които се доближават или са точно в посоките север - юг и изток - запад. Хоризонталният и вертикалният план трябва да имат означения за денивелацията и до всички крайни точки на допълнителните разрези. Тези разрези се правят на характерни отклонения от основната галерия и се изясняват с допълнителни вертикални плановете.

Посукани пропасти се картират с помощта на повече вертикални плановете и напречни профили.

Картиране на ниши и комплекси от ниши

При картиране на ниши се налага картирането да се извърши в мащаб 1:50, за да получим по-пълна представа за морфологията на обекта. Желателно е при представяне на комплекси от ниши да се стремим да изобразим всички ниши, намиращи се на едно ниво спрямо МЕБ на един хоризонтален план. На вертикалния план на всяка една от тях да се отрази отстоянието от ръба на венца до местния ерозионен базис.

Картиране на лавови пещери

В пещери от този вид е, необхрдно да се работи внимателно с геоложкия компас, тъй като често се допускат грешки при отчитането на азимута вследствие на магнитни аномалии. Първата задача в лавови пещери е да се определи дали има или няма магнитни аномалии. Това става вътре в пещерата чрез разполагане на няколко чифта, опорни точки, като уредите се монтират на триножници. Взимат се азимути напред и назад между опорните точки. Ако разликата между тези данни е повече от 2 гради, необходимо е картировката да се проведе с теодолит.

7. ОФОРМЯНЕ НА КАРТНИЯ ОРИГИНАЛ

Окончателният вариант на картата се оформя върху паус с туш. За целта е необходимо да се обработят данните от работната карта в зависимост от избрания метод на изображение и да се пренесат върху оригинала. Първоначално изчертаването става с молив. Независимо от избрания метод на изобразяване, то протича на два етапа - нанасят се опорните точки и осевите линии и след това се изчертават контурите.

Нанасянето на опорните точки и осевите линии може да се извърши по два метода. Най-разпространен е методът на нанасяне с граден кръг и линия. Той е еднакво удобен при всички методи на изобразяване освен аксонометричния, но отстъпва по точност на втория метод, който ще разгледаме малко по-късно.

При метода на свързаното картиране и комбинирания метод за изобразяване работата по начертването на хоризонталния план на картата с граден кръг и линия протича по следния начин. Паусът се прикрепя неподвижно върху лист милиметрова хартия с помощта на лепенки. По линиите си милиметровата хартия се ориентира в северна посока. Нанася се първата опорна точка и от нея се нанася първата ос по азимута ъ. Независимо от това, че при заснемането на данните в пещерата може да е извършено проектиране на намалената мащабно отсечка до втората опорна точка, тя се проектира отново (вън от пещерата и следователно по-точно). За предпочитане е това да стане с изчисление, а не геометрично. Получената при проектирането отсечка се нанася по оста в положителната ъ посока и така се намира мястото на втората опорна точка. Аналогично, като се използва за база втората опорна точка, се действа за намирането на третата и т. н. По подобен начин се действа и за намирането на осевата линия за вертикалния план. В този случай линиите на милиметровата хартия отразяват хоризонталната, а не северната посока. Вместо с азимута се работи с наклона и отсечките не се проектират, а се нанасят с цялата им дължина.

Координатният метод за нанасяне на опорните точки и осевите линии може да се използва само в случаите, когато изобразяването се извършва чрез проектиране, а не чрез разгъване. Той е най-удобният начин за изработване на аксонометрични карти и освен това е по-точен. Работата по този метод може да протече по следния начин. Първоначално се избира координатна система, в която се извършва проектирането. В равнината

xOy ще се получи хоризонталният план, а в равнината xOz - първият вертикален план. Вторият вертикален план в равнината xOz обикновено не се чертае. След това по формулите, посочени по-горе, се изчисляват координатите на всички опорни точки. Изчисления се провеждат най-удобно с калкулатор «Елка 135» или друг подобен, но могат да се използват и логаритмични линии или четиризначни математични таблици. За нанасяне на опорните точки отново се работи върху паус с подложена милиметрова хартия, като осите на координатните системи се избират по линиите на милиметровата хартия. Обикновено оста Ox сочи от ляво на дясно а оста Oy или Oz нагоре.

В хоризонталния план местата на опорните точки се намират чрез x и y координатите им, нанасяни в съответния мащаб. Местата на опорните точки във вертикалния план се намират чрез координатите на x и z . Осевите линии се получават, като се свържат последователните опорни точки с прави.

Намирането на местата на опорните точки при изработване на аксонометрични карти става чрез едновременно използване на x , y и z координатите на точките, като вместо с координатните системи се работи с аксонометричния кръст и коефициентите на скъсяване (вж. «Изобразяване на подземни обекти»)

След уточняване местата на опорните точки и осевите линии се пристъпва към изчертаване на контурите на галериите. Когато се работи с разгънати хоризонтални планове или когато е работено по свързания метод на картиране, изчертаването на контурите става, като работната карта се подлага под пауса и осите на дадения участък и работната карта се съвместят. След това контурите се прекопират. В противен случай контурите трябва да се скъсят. Най-точно това може да стане със специален пантограф, но обикновено се извършва на око, като се съобразяват разстоянията по проектираната осева линия. Накрая се нанасят подробностите по галериите със знаците или обозначенията в съответствие с приетите стандарти от БФПД. На подходящо място се изчертават профилите и допълнителните разрези.

За предпочитане е най-отгоре да се разположи хоризонталният план, а под него-вертикалният. Профилите се изчертават покрай единия или другия план, но близко до местата, където са направени. Това се отнася и за допълнителните разрези.

Хоризонталният план се разполага в общо положение по картата, а вертикалният така, че хоризонталата да е успоредна на основата на рамката. Следователно хоризонталният план не се разполага както при географските карти, където едната страна на рамката е ориентирана в посока NS . Туширането на оригинала се извършва с рапидограф с дебелина на перото 0,8 (0,5) мм за контурите и дебелина 0,5(0,3) мм за подробностите.

Всички карти задължително трябва да съдържат:

а) Компасна стрелка, изчертана без излишни натрупвания, спрямо която е ориентиран хоризонталният план.

б) Изчертани координатните системи, ако се работи по метода на двете или трите проекции; понякога те не се чертаят, а се подразбират като успоредни на рамката на картата.

в) Аксонометричния кръг с мащаби по осите (коефициентите на скъсяване), ако се работи по аксонометричния метод.

г) Линеен мащаб — обикновено е разположен под заглавието на картата.

д) Един от следните надписи на всеки образ: вертикален план, хоризонтален план, разгънат хоризонтален план, разгънат вертикален план, Допълнителен разрез (като се упоменават опорните точки, през които той минава, ако се правят два вертикални плана, трябва да се запишат имената на координатните равнини, в които са направени).

След пълната обработка всяка карта трябва да бъде надписана. Текстът на надписа трябва да съдържа: името на пещерата с ударение за произношението, синоними (ако има такива) с ударение, име на селището, в чието землище се намира, окръг и дата на изработване на работната карта.

Желателно е под контурите на картата в левия ъгъл да се начертае таблица, от която да се виждат поредните номера на опорните точки, дължините на отсечките, азимутите им и наклоните с отметка за «+», или «—» на всяка отсечка.

В десния долен ъгъл се разполага стандартната таблица, която се попълва съгласно инструкция от БФПД.

Цялостен вид на картата на дадена пещера получава, когато е придружена със съответното описание. За средно големи обекти описанието може да бъде заместено с фишове «А» и «Б», като съвместно се попълнят всички графи.

За големи и сложни обекти се налага и отделно описание съобразно въпросника за описание на пещери. Описанието трябва да съдържа необходимите термини, посочени в «Терминология на карета и спелеологията в България».

8. ГРЕШКИ ПРИ КАРТИРАНЕТО

Резултатите, получени при измерванията, на базата на които се строят картите, винаги съдържат някаква грешка. Причините за възникване на грешките са от най-различен характер и най-общо могат да се разделят на три групи: груби грешки, систематични грешки и случайни грешки.

Грубите грешки произтичат преди всичко от недостатъчно внимание при извършване на измерванията. Един от най-често срещаните в практиката на картира не на пещерите случай на груби грешки е случаят на объркване на дадена посока с обратната ѝ (т. е. грешка от 180°). Когато се работи го координатния метод, груби

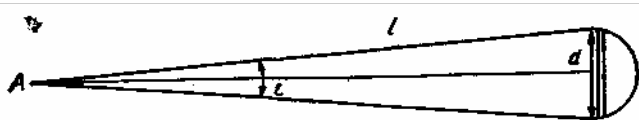
грешки могат да възникнат при неправилно съобразяване на знаците, когато се събират координати и др. При достатъчно и своевременно проявено внимание грубите грешки могат да се отстранят.

Систематичните грешки имат закономерен характер. Най-често те възникват при работа с неправилно настроени или повредени инструменти. Например, ако от рулетката е откъснато парче или ако градусния кръг на компаса по невнимание е разместен. Такива грешки се появяват често при самоделни инструменти и приспособления, когато те не са добре настроени или погрешно конструирани. Обикновено грешки от този тип могат да се отстранят и след приключване на измерванията, като работните инструменти се сверят с други, за които се знае, че са изправни. Освен това систематични грешки могат да се получават под влияние на външните условия (магнитни бури, магнитни аномалии) или от индивидуалните особености на сетивните органи на наблюдателя. Този тип систематични грешки са по-трудно отстранявани.

Случайните грешки са неизбежни грешки. Те не могат да се отстранят дори и при най-голямо внимание. Дължат се преди всичко на несъвършенството на измервателните инструменти и начина за работа с тях, на несъвършенството на сетивните органи, на външните условия, в които се работи, на състоянието на наблюдателя и други. За намаляване на влиянието на случайните грешки се извършват многократни измервания на една и съща величина и за краен резултат се взема средното им аритметично. Ако се извършат n измервания, то влиянието на случайната грешка намалява n пъти.

Към паспортните данни на всеки инструмент обикновено е указана присъщата му случайна грешка. Например геоложкия компас обикновено работи с грешка $\pm 0,5$. Когато присъщата на даден инструмент грешка не е известна, може да се приеме грубо, че тя има за стойност най-малкото деление на скалата му.

Както се спомена, случайната грешка при работа с даден инструмент зависи и от начина, по който той се използва. Например в практиката на картиране на пещери и пропасти компасът често се насочва по светлината на челното осветление. Ако приемем, че диаметърът на рефлектора на челното осветление е 5 см и че насочваме от разстояние 2 м, то грешката, която ще получим, е $\varepsilon \approx \sin \varepsilon = (d : e)^{\text{rad}} = 0.025^{\text{rad}} = 1.43^\circ$



(фиг. 40).

От приведените изчисления става ясно, че при петкратно по-малък диаметър на тялото, към което насочваме (например крушка на джобно фенерче) или при петкратно увеличаване на разстоянието, от което извършваме измерването, грешката от този начин на работа е значително по-малка от собствената грешка на геоложкия компас и може да се пренебрегне.

Някои ориентировъчни данни за отчитане на грешката при различни начини на работа, проведени с различни средства, са дадени в таблицата на стр. 30.

Да разгледаме галерията между две точки в пещерата (в частност между началната и крайната точка), свързани с последователност на направляващи прави (фиг. 41). Вследствие случайните грешки при измерване на ъглите между направляващите прави на картата се е получила точката B' . Точното положение на края на пещерата В

се намира някъде в окръжност с център В. и радиус $R = \sum 2l \sin \frac{\varepsilon_i}{2}$, където l_i - е дължината на проекцията на i -тия участък в хоризонталната равнина, а ε_i е грешката, допусната при определяне на направлението на i -тия участък. Ако всички ε_i , се приемат за равни, то $R = \sum 2L \sin \frac{\varepsilon}{2}$, където $L = \sum l_i$

Аналогично при грешка от измерване на дължини можем да твърдим, че истинското положение на точката В е някъде в окръжност с радиус $r = \sum \Delta l_i$ описана около B' , където Δl_i - е проекцията на грешката при измерването на дължината на i -тия участък в хоризонталната равнина. Ако тази грешка, изразена в проценти, $c = \frac{\Delta l_i}{l_i} 100$ е една и съща за всички участъци, то $r = c \frac{L}{100}$. Картите, които се изработват, винаги

трябва да бъдат придружени от информация за допуснатите грешки. За целта е удобно да се работи с код, който съдържа 8 групи числа, разделени с точка и запетая. Групите се запълват последователно отляво надясно със следното съдържание.

I. Точност на уреда за ъгли измервания в градуси или гради, като се посочва мерната единица.

II. Точност на уреда за измерване на разстояния в проценти.

III. Оценка за точността на проведените ъгли измервания в градуси или гради, като се посочва и мерната единица;

IV. Оценка за точността на работа при измерване на разстояния в проценти;

V. Разстояния по надлъжната права, през която се снемат на



пречните размери в метри. Ако такива не се замерват, се поставя знакът “~”. Ако измерванията се извършват само в опорните точки се записва знакът “R”-

VI.Точност на измерване на основните напречни размери. Ако измерването се извършва на око, се поставя знакът “~”.

VII.Точност на снемане на вертикалните напречни размери. Ако се измерва на око, се записва знакът “~”.

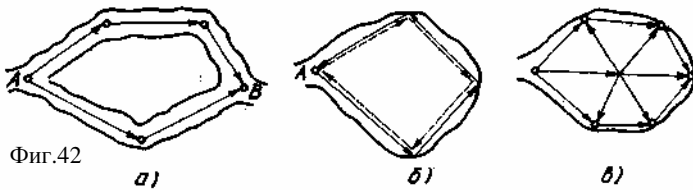
VIII.Точност на измерване на отвесите в проценти.

Осмата точка се запълва само ако има отвеси.

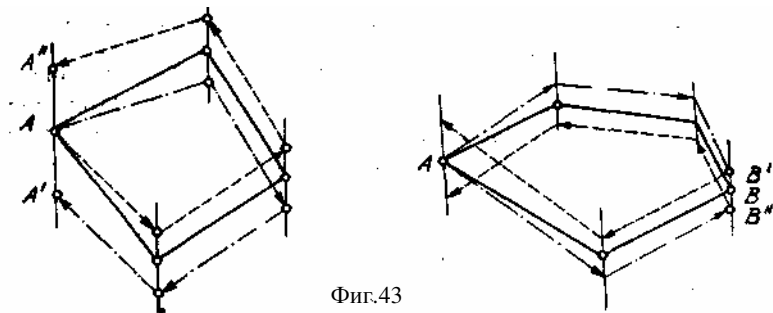
Вид работа	Грешки
Работа с геоложки компас: прецизна работа	$\pm 0,5g$
работа от ръка	$\pm 2g$
Работа с рулетка до 20м. прецизна работа	$\pm 0.02 \text{ м. (0,1\%)}$
невнимателна работа	$\pm 0,2 \text{ м. (1\%)}$
Отчитане на разстояния на око до 10м. напречни	$\pm 20\%$
надлъжни	$\pm 30\%$
Отчитане на разстояния с въже до 20м. с маркери през 0,5см.	$\pm 0,30 \text{ м.}$
с маркери през 1м.	$\pm 0,60 \text{ м.}$

Например кодът 2°, 10, 7°, 15, R, ~, ~ означава, че е работено с уред за ъглови измервания с точност 2° и уред за измерване на разстояния с точност 10%, допускана е грешка при ъгловите измервания 7°, а при линейните измервания — 15%. Напречните размери са снемани само в реперните точки при това както основните, така и вертикалните на око. Отвеси в обекта няма.

Случайните грешки, които се допускат при измерванията обикновено водят до големи неприятности, когато трябва да се изчертават затворени полигони. Това може да се наложи при големи зали или когато между две точки на обекта има две различни галерии (фиг. 42 а). Нормална ситуация в тези случаи е полигоните да не се затварят. Случаите, в които полигоните се затварят точно, са толкова редки, че дори ни навеждат на съмнения за груби грешки. За затваряне на полигона е необходимо грешката да се разпредели по различните участъци. Когато



очертването става в граден кръг и линейка, правилно разпределение на грешката може да се осъществи само при по-прости случаи. Начинът на работа е илюстриран на фиг. 43. От изходната точка полигонът се изчертава два пъти в противоположна посока (двата вида пунктир на чертежа). Така за всяка точка освен изходната се получават по два кандидата. Кандидатите, които отговарят на една и съща точка, се съединяват с



линии (обърнете внимание, че всички те са успоредни помежду си). Разстоянието между два кандидата се разполовява по линията и точно там се намира точката-оригинал, която отговаря на правилното разпределение на грешката. На фиг. 43 а е показан още един начин на работа при друга организация на обхождане на полигона. Координатният метод дава възможност за постигане на добри резултати и в по-сложни ситуации, като например случаите, когато за дадена точка са заснети повече от една данни с цел достигане на по-голяма точност. Същността на уточняване на мястото на дадена точка се състои в това, че всяка нейна координата се взема като средноаритметична от различните данни за тази координата, с които разполагаме. В описания по-горе случай за всяка от координатите на дадена точка разполагаме с по две данни (макар и да сме я заснели само един път), получени при различните пътища на изчертаване на полигона. Още по-добри резултати в случая бихме получили, ако самите данни са заснети два пъти при различните посоки на обикаляне (като при това местата на реперите се запазят) или при още по-сложна схема за заснемане на данните като тази от фиг. 42 в. Докато при еднократно заснемане описаният метод дава само правилно разпределяне на грешката, то при многократно заснемане на данни положението на точката се получава по-точно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Известно е, че когато човек говори, около 70% от изреченията той употребява за първи път, но въпреки това говори правилно и разбира правилните изречения. На помощ му идва граматиката. Подобна е ситуацията при картирането. Всяка пещера е нова за картиращия и го изправя пред специфични проблеми. Надяваме се, че предложеното ръководство ще послужи като една добра граматика, за да се изработват верни и точни карти, отразяващи колкото се може по-добре природните оригинали. 😊

Фиг. А

район	подрайон									№	
Име		Синоними		Геология и тектоника на района							Вид хоризонтална ± 5 наклонена \pm
Окръг	Селище	Местност									пропаст проп. пещера
Път, посока и разстояние от селището, ориентира											двуклазна смесена брахиклазна канална
Разположение по карта I: квартант: кроки:				Абсол. височ. н. м.		Хидрогеология					неразкл. разклонена лабиринт
				Относ. вис. н. ероз. баз.							едноетажна многостояжна суха влажна водна
				Дължина общо м							перюд. постоян. период. постоян. период.
				Денивелация от входа \pm		Нахлуващи води					поярна
Положение и план на отвора				Площ м ²		Тополадини					ледница
				Обем м ³							постоян.
				Централна ос м							постоян.

Хидрологични	Сл. Сл. Сл. Сл.	Морфологични
лед площ обем образуване конденз. влага по стените слана скреж възд. обмен	каяна вода течаща вода дебит рН дата езера синтрови брой площ дълбочини езера други брой отточни брой безотточни площ дълбочини водопади прагове локви рН	фасетки мармити нива пукнатини пластове, наклони мразово изв. струища блокази отд. грав. блокове кан. конуси сифони водни почвени лещени камени от образув.
		+ чакъл

Образування	Топонімія, фольклор
цевични морково обр. мечовидни луковични	анемоліти антоліти хеліктити бісері
завеси, ребра	гіпсови крист. калц. друзи
сталагміти куполи дендрити коралити	юфка мляко леоп. кожа
сталактові вкам. водопали щитове барабани	
синтри дзюбчета панічки езерца езера маклон в гради	

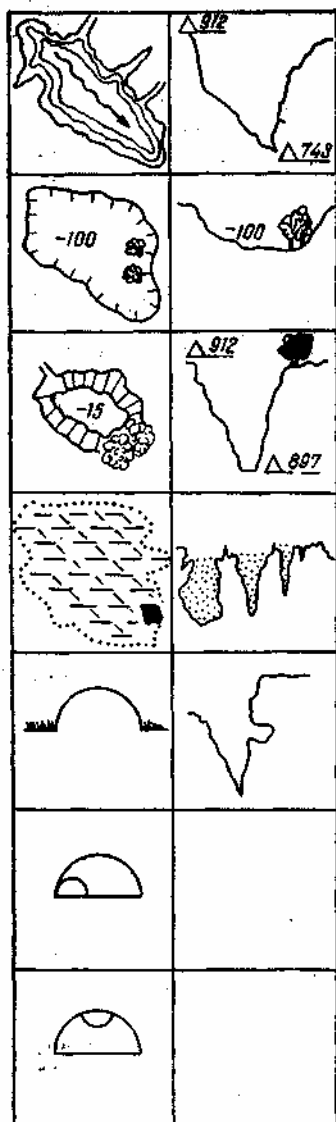
Головна картотека на българските пещери
Българска федерация по пещерно дено при ЦС на БТС

Фауна	Палеонтология костен и др. м-л	№	Пещера с.
Археология	палеолит мезолит	Открити от кого, кога и по какъв случай	стена фосния
траки, рим., славяни, турци, други	неолит енеолит	Водач	
	бронз	Необходни инвентар, хора, време	
	желязо	Юридическа ситуация	
		Дата на посещение	

Бележки	
Опис на документите в папката	
Попълва по данни от:	Главна картогека на българските пещери Българска федерация по пещерно дело при ЦС на БТС

ЗНАЦИ ЗА КАРТИРА

Хоризонтално надл. напр.



—полусляпа карстова долина с денивелация 59". Стрелката показва посоката на губещ се карстов поток

—валог с означение на дълбочината

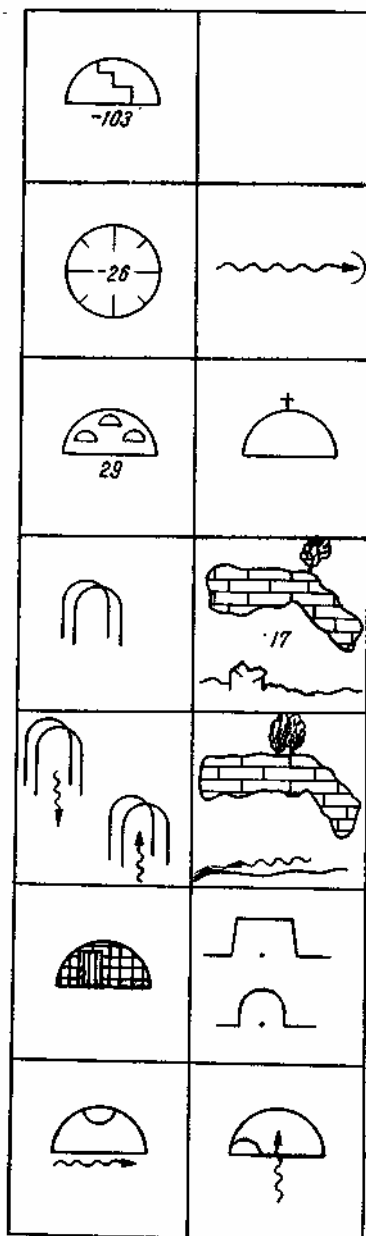
—фуниеобразен въртоп с контури, надморска височина на входа и дъното и денивелация

— вляво: карно поле; вдясно: карно поле в разрез

— ниша в скален венец

—низходяща пещера с повече от 2—3 м денивелация

—възходяща пещера с повече от 2-3 м денивелация



— пропадна пещера с прагове повече от 5 м; указана е общата денивелация между входа и най-ниската точка

— вляво: пропаст (кладенец) с означение на дълбочината; вдясно: губилище на повърхността без видимо пещерно продължение

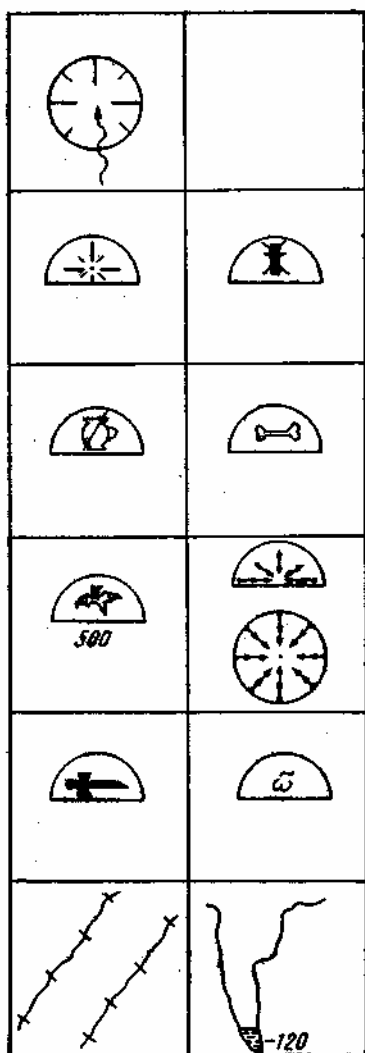
— вляво: група от 29 пещери в район, богат на такива явления; вдясно: пещерна църква

— скален мост (еркюприя, арка) с вътрешна височина на свода

— скален мост с поток, който минава през него и посоката му на движение

— вляво: пещера, затворена с врата; вдясно: горе — изкуствено прокопана скална килия; долу — естествена малка пещера, дообработена от човека

— водна пещера — извор — вляво; вдясно — водна пещера — понор



— водна пропаст.— понор

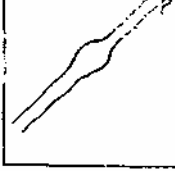
— вляво: пещера, богата на образувания; вдясно — пещера, богата на пещерна фауна

— вляво: пещера, богата на археологически находки; вдясно — пещера, богата на палеонтологически находки

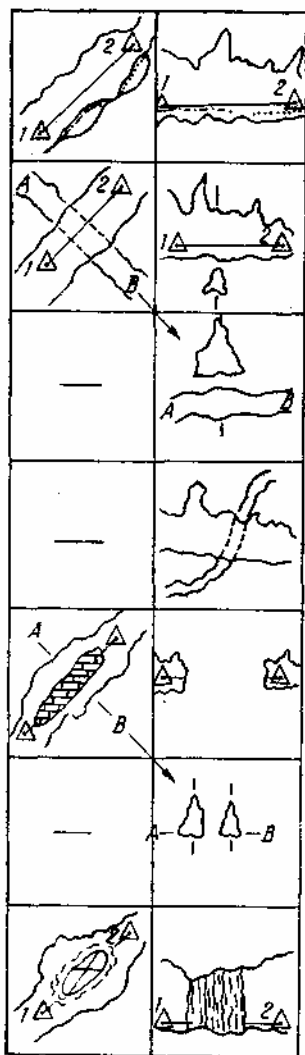
— вляво: пещера, обитавана от колония прилепи с приблизителния им брой; вдясно — пещера и пропаст ледници или снежници

— вляво: пещера с исторически находки; вдясно — пещера с надписи по стените от сравнително древни времена

— карстов каньон с означение на дълбочината

		— вляво: хоризонтален план на пропадна пещера, без да са дадени подробности; накрая на галерията — означение на дължината на галерията; вдясно: надлъжен разрез на пропадна пещера е надморски височини на входа и най-ниската част
		— положение на реперните точки върху хоризонталния и надлъжния план. Основата на триъгълниците е успоредна на рамката на картата
		— вляво: на края на всяка крайна точка от хоризонталния план се поставя триъгълник с метража на входа; вдясно: взета проба от скалната маса № 3. Знакът се поставя извън контурите на плана
		— задължително чертане с писец на контурите на пещерата 0,5 (0,8) и на всички други знаци — 0,2 (0,5) мм; триъгълниците на реперните точки, линиите на отсечките се чертаят с писец на дебелина на знаците 0,2 (0,5) мм
		— задължително чертане с писец на контурите на пещерата 0,5 (0,8) мм на всички други знаци — 0,2 (0,5) мм.; скалните площадки принадлежат към основната скала, затова се чертаят с дебелината на контура на пещерата
		— неизследвано продължение —• не може да се премине
		— галерията преминава в неизмерима и непроходима цепка. По същия начин се очертава пещерният свод, когато не се вижда





— рулетката минава последователно върху скална площадка и инкрустационна площадка. На надлъжния профил се означава дължината, която обхваща рулетката от двете площадки. Върху скалната площадка по-близо до т. 1 има инкрустация; в този случай означението е —.—.—.—.

— кръстосващи се галерии. В хоризонталния план долната остава в пунктир, като за четливост не допира с контурите си горната галерия с 1 мм. Долната галерия на надлъжния профил е предадена с контурите на напречния си профил

— ако в горния случай се налага предаване на надлъжен профил на долната галерия А—В, то горната се предава с напречния си профил

— случай на задстояща галерия (при надлъжен разрез). В случая задстоящата се пунктира, без да допира предстоящата с контурите си (разстояние от 1 мм)

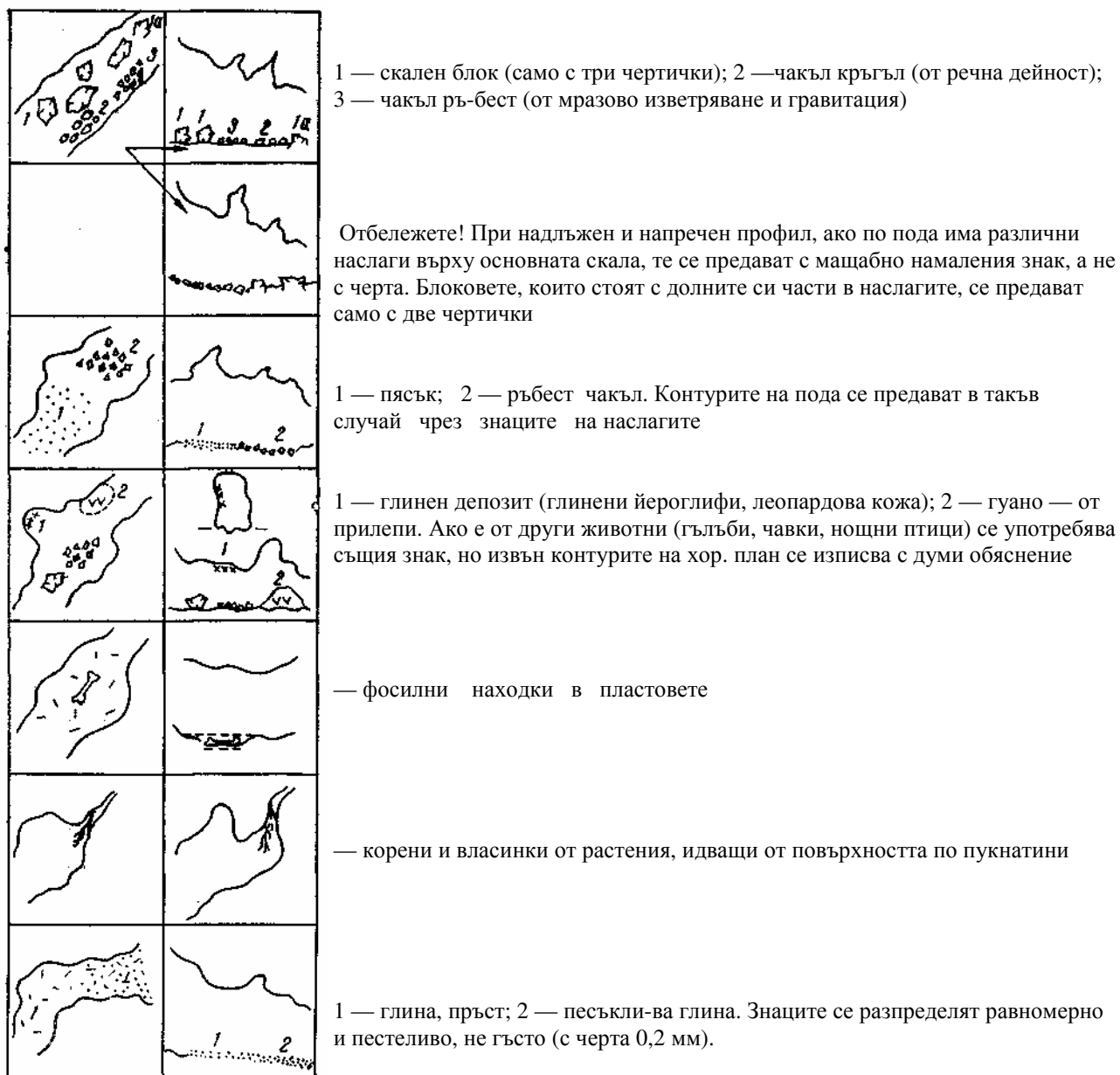
— при картировката рулетката допира в основната скала, вляво и вдясно на която галерията продължава. При къси скални колони от този вид надлъжният разрез се прекъсва, а около колоната не се чертаят «тухлички» за основна скала

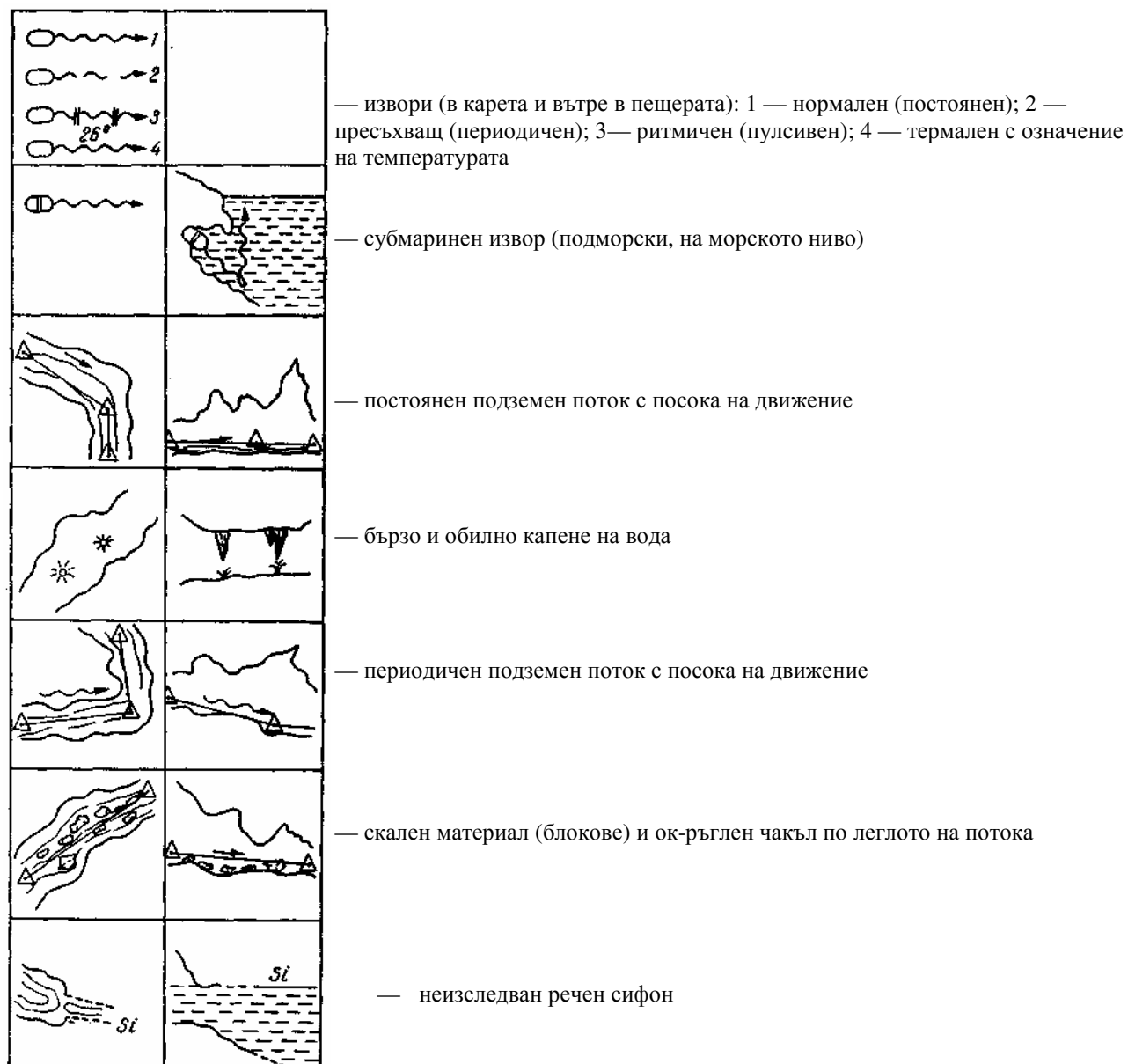
— в горепредставения случай напречният профил се изобразява от двойния напречен профил на двете галерии. Ако на това място пластове на основната скала са изместени, чертаят се «тухличките с ъгъл, който има наклона на пластове»

— картировката спира в сталактон. Контурите на пещерата остават непрекъснати. Колоната се изобразява с мащабно намалените размери — тя е вторично явление в пещерата

		<p>— мармити на пода (1) и по стените (2). На надлъжния профил се изобразяват ерозионните кубета с действителните им размери. Стенни мармити не се означават на надлъжния профил</p>
		<p>— характерни фасетки по пода и стените, (по пода — 2, по стените — 1). Изобразяват се внимателно и пестеливо ~</p>
		<p>— когато картировката е извършена по-високо от долната граница на пукнатината по пода, тя се изобразява с нейния характер и особености чрез две успоредни тънки линии. Надлъжният разрез обхваща и долната граница на пукнатината: когато осевата линия на картировката я пресича</p>
		<p>— стари характерни нива по свода се изобразяват и на хоризонталния план, когато трябва да се проследи морфологически това явление. На плана се отбелязва с думи: «старо ниво по свода». Напречният и надлъжният план задължително отчитат това ниво (вж. и следващия квадрат)</p>
		<p>— неясно видими граници на свода</p>
		<p>— скално мостче (халка) в галерията на определено разстояние над пода. На хоризонталния план са изобразени като скална площадка, но с една точка в средата. На надлъжния разрез е като площадка с характерните особености. Задължително е представянето и на напречния профил</p>
		<p>Задължително е представянето и на напречния профил</p>
		<p>Задължително е представянето и на напречния профил</p>




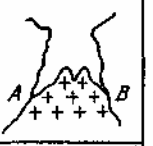
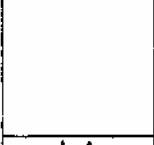
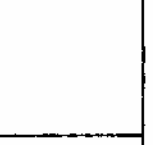

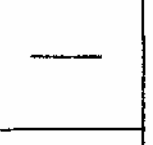

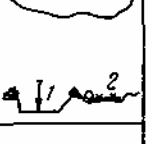
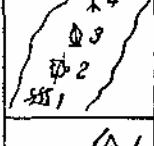
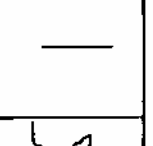








		— неголям сталагмит (тополка) изобразен със знак, без да е взета пред вид големината му.; 2-обикновен сталагмит; 3-куполен сталагмит (сталагмит върху синтрокора)
		— сталактити по надлъжен план. Сталактитите не се изобразяват на хоризонталния план. Намалено се изобразяват на напречния
		1 — сталактон, изобразен със знак, без да е взета пред вид големината му; 2 — раздвоен сталагмит; 3 — сталактойна група със синтрова кора в подножието му
		1 — вторични образувания по стените— ребра, полици; 2—син-трови джобчета по наклон
		1 — коралит-сталагмит; 2 — отделна синтрова преграда, преда-, дена с формите й; 3 — коралитни пъпки по дъната на синтрови езерца и езера
		1 —синтрови езерца и прегради с вода; 2 — група синтрови прегради на ванички и езера-сухи; 3 — същите, но с вода
		1 — леден сталагмит; 2 — леден сталактон; 3 — куполен леден сталагмит (сталагмити). Полукръгчетата показват ледена кора по пода

		— хеликтити, аномални сталактити
		— сняг и лед (фирн) с границите на разпространението му
		1 — древни рисунки по стените. Знакът се изнася извън контурите на плана (1); 2 — древни надписи. Знакът се изнася извън контурите на плана. И двата знака могат да се поставят в специфични случаи и при надлъжен и напречни профили
		1 — археологически изкоп (ако изкопът е иманярски, то се предава с очертанията му); 2 — древно погребение или кости от древен човек
		1 — древно огнище; 2 — място с фрагменти от древна керамика; 3 — находки от кремъчни, костни и др. оръжия и оръдия на труда; 4 — пещерна фауна, само когато е в по-голямо количество и само върху хоризонтален план
		— площадка пред входа на пещерата с евентуални археологически находки



Забележка: Знаците се печатат по решение на Бюрото на Българската федерация по пещерно дело при ЦС на БТС и са задължителни за всички членове на пещерните клубове към туристическите дружества.

СЪДЪРЖАНИЕ

1. Предговор	2
Въведение	3
Същност и задачи на картирането на пещерите	3
Малко история на картирането на българските пещери	3
Основни принципи на картирането	4
Проекции, координатни системи, ъгли, разстояния	6
Изобразяване на телата чрез проекции	8
4. Изобразяване на подземни обекти	10
Геометрични характеристики на галериите	10
Външна проекция	11
Изобразяване чрез разрези	11
Метод на трите проекционни равнини (Монжова проекция)	12
Метод на разгънатите проекции	13
Комбиниран метод	14
Напречни сечения, допълнителни разрези и сечения	14
Сравнителна оценка на методите за изобразяване чрез разрези	14
Специални похвати	15
АксонOMETрична проекция	16
5. Уреди и пособия за картиране и работа с тях	19
Поддържане на геоложкия компас	20
Други пособия за картиране	22
6. Методи за заснемане на данни.	22
Тактика на картирането	22
Картни знаци	23
Работна карта на пещерата	23
Методи на заснемане	23
Хоризонтален план	24
Вертикален план (надлъжен разрез)	25
Напречни профили на пещери и пропасти	26
Картиране на пропасти и пропастни пещери	26
Картиране на сложни обекти и лабиринти	27
Картиране на ниши и комплекси от ниши	27
Картиране на лавови пещери	27
7. Оформяне на картния оригинал	27
8. Грешки при картирането	28
Заключение	31
Приложения:	32
Фиш за картиране	32
Фиш А	33,34
Фиш Б	35,36,37
Знаци за картиране	38-51