

Д-р Савицький

# ОСНОВИ ГЕОЛОГІЇ

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕМЛІ



„СІЯЧ“  
ПРАГА-1927

На правах рукопису.

Д-р П. Сявницький.

ч. 26.

ОСНОВИ ГЕОЛІОГІЇ

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕМЛІ.  
/Короткий перегляд/.



Прага

1926

Поданий в цьому зошиті короткий перегляд фізичних властивостей землі не може трактуватися підручником по цьому питанню, а лише як допомога при студіях геології.

Започаті видавництвом "Сіач" при у.П.І. видання "Основ геології", на мою думку, мусять служити початком перегляду т.зв. "формального курсу" геології. Матеріал подаваний "формальною геологією", головне містить у собі описи геоявищ, які часто залишаються як дані статистичні, ба навіть причини тих явищ на підставі точніших аналітичних розборів опускаються.

Не оперуючи датами мірення часто приписується явищам зовсім інший зміст, ніж після законів фізики можливий. Особливо цим грішить геотектоника. Уведення певних явищ в цикл фізичних мусять стати першою умовою розбору процесів геодинамічних, а другою, аналіза явищ, детальніша зі всіма зв'язками і наслідками їх.

Прикладення фізичних законів в геології, очевидно, є річчю складною, бо поокремі геоявища є сумою кількох простіших явищ. Аналіза і визначення цих останніх потребують ширшого прикладення фізики, але часто не вистарчить тут фізика елементарної; уживання ж лише її приводить до елементарного, невідповідного часто дійсності, розуміння процесів розвитку землі, на що й звернемо увагу в слідуючих зошитах.

Геолог мусять бути і фізиком.

---

Наш перегляд є скерований до того, або намітити роль фізики в геології та зв'язати їх обсяг в цілостний образ. Зрозуміло цілком, що то є лише початок чи спроба дати в укр. мові такий перегляд геології. Він, остаточно, не є новий. Математика і фізика мали своїх працівників в питаннях геології, але вони були часто безоглядні що-до геології. Прикладалося до неї і то, що не давало добрих вислідів; можливо через недозрілість студій геологічних а можливо через переборщування математичними спекуляціями. Справді, геологія ще і зараз на такому ступні, що її закони рано ще вклати в строго математичну мову, бо компоненти і прояви діючих сил не спрецеодовані.

Однак; це нас лише понукує інтензивніше пра-

цувати в геології і глядіти в ній те, що є насправді причиною геозвищ.

Ми навмисне часом уникаємо математичного трактування в нашому перегляді, бо уважаємо, що він є лише першим концентром геостудій, по друге, хотілося зробити його доступним для читання і не математиком. Самий перегляд не є також курсом для початкуючих, але для тих, хто бодай трохи знакомий з геологією.

Перший зошит є окремий цілком під назвою "Фізичні властивості землі".

Кожний слідуєчий зошит також буде самостійно заокругленим, однак в системі, що уявляє продовження "Основ геології".

Цитати та де-які малюнки бралися з поданої в кінці літератури.

---

Geologie ist die Lehre von der Zusammensetzung, dem Bau u der Geschichte, d.i. Entwicklung, der Erde u. ihrer einzelnen Teile, also auch der /fossilein/Lebewelt, - und die Zurückführung des irdischen Geschichte /im Grossen u. im Kleinen/ auf die Gesetze der Fysik und Chemie /Andrée/.

---

Подана дефініція сама вже визначає обсяг науки - геології.

Геологія = землестудіювання = земледослідження.

Основу геології складають закони фізики й хемії, апліковані до пояснення процесів, що відбувалися й відбуваються на землі й у землі.

Розглядаємо землю /в геології/ з боку її фізичних властивостей та з боку її складу.

Про ті процеси, що відбуваються на землі й у землі під чинністю зовнішніх чи внутрішніх сил її, трактує геологія динамічна.

Вона нам показує, які сили і як саме здісні утворювати певні зміни /у відношенні складу й зовнішнього вигляду/ матеріалів, що переважно складають кору землі.

Наслідком усіх попередніх бувших процесів самими зараз землю - з її формою, густотою, з її твердсю корою, що зложена з різнородних зверствованих і масивних матеріалів, із концентраціями "С" в формі кам'яного вугля й т.ин. й т.ин. аж до найдрібнішого піщаного зернятка, - все має свою довгу історію генези повну процесів фізичних і хемічних.

Приглядаючись до цих нинішніх форм, напр., до задягань верстов у певному порядку /стратиграфія/ до скам'янілих решток звіринного й рослинного царства /наука - палеонтологія/, що колись буало на поверхні суходолів та в водах, до велетнів - скель, оброблених уже водою й вітрами тут на місці, що їх сюди принесли з верховин старі ледовики, і т.д. й т.д., приходимо до визначення попередніх ув історії землі процесів.

Студіюючи ті процеси, дістаємо дані до релятивного означення часу їх перебігу, а далі робимо висновок що-до релятивної хронології історії землі

/геологія історична/.

Коротко в геології розглядаємо землю:

1. як одиницю фізичну, Геологія фізіо-  
збудовану з певних графічна.  
матеріалів. Геол.пстрогене-  
тична.
2. як тіло повне дина- Геотектоніка.  
мічних процесів, тво- Геологія дина-  
рених силами зовніш-мічна екзогенна.  
німи /екзогенними/ Геологія дина-  
і внутрішніми /ендо-мічна ендегенна.  
генними/,
3. як тіло, що формува- Історична гео-  
лося протягом дов- логія та палео-  
гого часу й залиши- географія й па-  
ло на собі сліди леонтологія.  
певних фаз формуван-  
ня /зокрема кори зе-  
млі/ сліди минулих  
обрисів водних бас.  
і суходолів та реш-  
тки колишнього ор-  
ганічного життя і  
т.п.

Геологія  
загальна.

Геологія  
історична.

Геологія, що охоплює студії цілого життя земної кулі, своїм обсягом межує з багатьма науками, що їх даними стає користуватися, а саме то є: фізика, хемія, філософія, математика, геофізика, гідрологія, мінералогія, петрографія, зоологія /палеозоологія/, ботаніка /палеоботаніка/, метеорологія, астрономія й ин.

---

## ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕМЛІ.

### Земля в космосі.

Земна куля становить фізичне тіло, що займає певне місце у світовому просторі й підлягає законам взаємовпливів матерії в цілому космосі.

Покищо, теоретично тримаємося поглядів, що ті закони взаємовпливів матерії є законами взаємсприттягань /гравітації/ і що матерія /загально/ має властивості таких взаємсприттягань. Маса тіл є в відношенні до себе так, як ніби притягаються.

Констатовані астрономією більші центри в космосі біля котрих кружляють менші тіла космічні і складають свої окремі космосистеми. Маса центрів космосистем, що їх є дуже багато, є причинами великої гравітаційної сили, законами котрої твориться й існує гармонія розмішень і рухів систем та підрядних тіл у системах планет. Кожда ж така планета /здебільшого/ творить біля себе свою маленьку систему - має свої підрядні місяці /тіл/, що рухаються згідно з законами гравітації біля неї.

Система до котрої належить наша планета-Земля називається сонячною /центр-Сонце/.

Планети сонячної системи поділяють на "зовнішні" в системі і "внутрішні". Між ними і другими є біля 500 дрібних тіл - планетоїдів.

Цей поділ поданий в таблиці /див. стор. 6/.

Назва.	Віддаль від сонця/в мл. кіломет.	Рівнико-вий луч порівн. з земн.	Маса/до рівн. з сонцем.	Густота по рівн. з землею	Кількість місяц.	ПРИМІТКА.
Сонце	-	109,05	I	0,26		
Меркур	58	0,37	<u>I</u> 6000000	1,1		
Венера	108	0,97	<u>I</u> 408000	0,91		
Земля	149	I	<u>I</u> 333432	I	I	Місяць без повітря й води; тьмяна.
Марс	228	0,54	<u>I</u> 3093500	0,69	2	
Мільнеоїди.						
Юпітер	778	II,14	<u>I</u> 1047	0,25	8/5 вал	
Сатурн	1428	9,4	<u>I</u> 5202	0,13	3 мал./	
Уран	2873	4,0	<u>I</u> 22869	0,23	10 1	
Нептун	4501	4,3	<u>I</u> 19314	0,22	4	
					1	

ВНУТРІШНІ

ЗОВНІШНІ.

Земля та її місяць.

	Діаметр	Маса	Густота.
Земля	12756 км.	I	5,5
Місяць	3470 км.	<u>I</u> 8I	3,4

Були констатовані в соняшній системі рухи місяців, що мають напрямок зворотний ніж згідно з законами гравітації мали би мати /міс. Нептуна/ <sup>x</sup>. Очевидно, ці винятки мають свої відмінні умови, що не

x/ Місяць Нептуна пробігає свою орбіту за 6 днів у зворотньому напрямі. Орбіта нахилена до екліптики 37°. Орбіта 4 міс. Урана має нахилення до екліп. 82°. Площина орбіти земного місяця нахилена до орбіти земної - 5° 8' 40"/

зовсім досліджені й через це не можуть розповіджуватись на всесвіт і служити головними доказами проти припущення чинності сил гравітаційних.

/В останні часи констатують, що в космосі є вплив електромагнетичних і магнетичних сил, але що в цьому напрямку праця лише недавно почалася/.

## I.

### Геогравітація.

Основне формулювання гравітаційного закону належить Newton - ові /1643-1727/, а саме: "Сила взаємочинності /притягання/ двох мас пропорційна до висліді мас / $m_1$  і  $m_2$ / та зворотно пропорційна до квадрату їх віддалення / $r$ /":

$$f = K \frac{m \cdot m_2}{r^2}$$

$K$  - константа.

Взаємне прискорення гравітаційних рухів двох мас рівно

$$a = K \frac{m + m_2}{r^2}$$

Прискорення в рухах двох мас, що взаємно гравітують, зворотно пропорційне до величини їх мас

$$a_1 : a_2 = m_2 : m_1$$

Що торкається земної кулі, та тіл, що є на ній і в ній /падаючі тіла виконують рух самі - нема прискорення взаєморухів/, то земля притягає до себе всі тіла, що є у сфері її впливу з силою

$$f = K \frac{M \cdot m}{r^2}$$

$M$  = маса землі,  $m$  = маса тіла,  $r$  = відд. від центру. Оскільки віддалення є луч землі -  $R = r$ , тоді буде

$$f = K \frac{M \cdot m}{R^2}$$

то значить, що тіло з масою  $m$  міститься на поверхні землі.

Гравітаційні впливи землі на тіла надають останнім тягар. Сила тягару тіл, яку ми вимірюємо на землі, зложена із двох сил /складаючих/:

1/ сили відосередньої, що тручає тіло в напрямку від центра /в ротації/,

2/ сили гравітаційної /прит. землі/, що притягає в напрямку луча землі до центра,

вислідна сила / $g$ /, це - сила тягару.

При збільшенні відосередньої сили тягар тіла /в тому місці/ буде зменшуватись і навпаки. Тому через причину ротації землі відосередня сила обішла

на рівнику ніж на бігуні /скорший рух поверхових то-  
чок при ротації землі на рівнику/. При переході від  
рівника до бігунів по полуденнику, сила тягару так  
мінється, що далось найти для цього певну закономір-  
ність. вона є така: збільшення сили тягару йде ра-  
зом із  $\sin^2$  географічної широти / $\varphi$ /.

Тоді

$$g_{\varphi} = g_0 + (g_{90} - g_0) \sin^2 \varphi$$

За цю формулою визначається нормальне /ідеаль-  
не/ становище сили тягару в точках на поверхні зем-  
лі.

Гельмерт із багатьох мірень /більше 1000/  
/1901 р./ вивів середнє, де

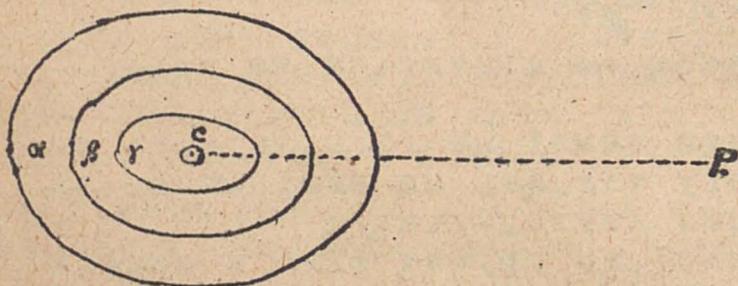
$$\begin{aligned} g_{\varphi} &= 9.7805 & 0.0519 \\ g_{90} &= 9.7805 & \text{приск. с. т.} \\ g_{90} - g_0 &= 0.0519 & \text{"} \end{aligned}$$

Нормальні сили тягару на різних широтах випа-  
дають так:

шир.	приск. с. тяг. в м.
0	9.7805
20	9.7865
45	9.8062
50	9.8108
80	9.8307
90	9.8324.

Що торкається інтензивности сили гравітації в  
напрямку радіальному, то очевидно в центрі землі  
інтензивність = 0, а на зовні /як цілість/ земля се-  
бе так виявляє, як ніби вся маса зосереджена в цен-  
трі її /фіз. закон про гетерогенні й гомогенні кулі  
в віднош. грав. // м. 1/.

З підняттям до го-  
ри над землею згідно  
з основним законом  
гравітації сила пре-  
тягання зменшується  
так, що



м. 1.

$$\frac{g_h}{g_0} = \frac{R^2}{(R+h)^2}$$

$h$  = висота над поверхнею землі.

$R$  = луч землі / Radius/.

$g_0$  = сила тягару на рівні моря.

$g_h$  = сила тягару на висоті

Виміри підтвердили, що таке зменшення є, а саме з підняттям над землею /гравіт. тілом/ на 3 км. сила тягару зменш. на 1/1000 своєї вартости/приближно/.

Від поверхні землі до нутра її тягар тіла чи сила гравітації збільшується. Максимальне збільшення доходить до 1.05 вартости поверхневої на глибині біля  $1/7 R$  від поверхні землі.

Від цієї глибини далі до центра сила тягару зменшується й у центрі = 0. Максимальне збільшення, починаючи від центра, приходить на віддаленні біля

$6/7 R$  / вир. з Bouge'ових фор./

Найпростіший приклад, що показує відхилку в нормальному гравітаційному полі в престопад чи прямовіс /Lottmessung/.

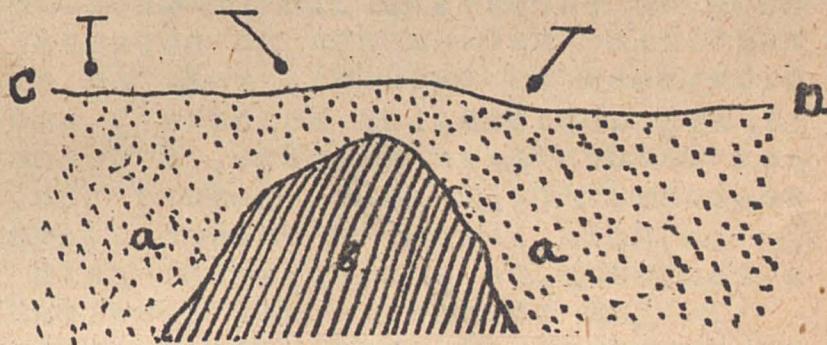
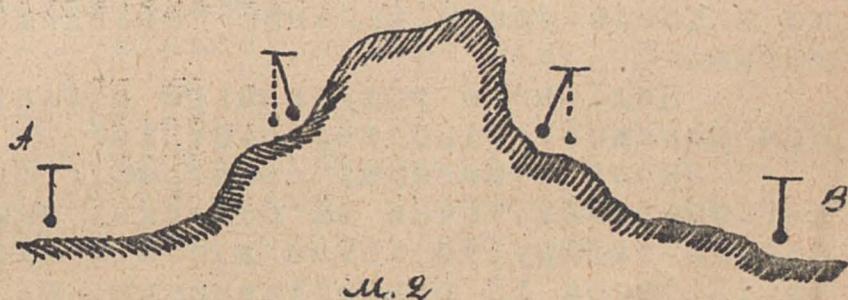
Коли маємо терен АВ /мал. 2/, то спостерігаємо як відхилюється наш прямовіс.

В такому терені бачимо, що прямовіс відхилюється до гори, вказуючи на більше скупчення маси в горі.

Також при терені CD /мал. 3/ де є верстви "а" менш масивні ніж "в", прямовіс відхилиться до маси "в".

При таких спостереженнях видно зразу, чи мається перед нами однородний склад кори чи різнородний.

Для вимірювання нерівномірностей розташування сили тягару вживають хитунів вагал, /Pendelsapp., маятник, kivadlo, vagadlo



Мал. 3.

вони подібні до годинникових /у стінних годинників/, що відбивають секунди. Пущене з певною силою в рух, вагало коливається різно в різних географічних широтах. Де сила тягару /прискорення/ більша, там доба коливання / $t$ / вагала коротче й навпаки. Далі прискорення сили тягару просто пропорційне до довжини / $l$ / секундового вагала /віддаль від закріплення/ у місцях певної широти.

$$g = \frac{\pi^2 l}{t^2}$$

доба коливання:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \quad \text{при} \quad t = \frac{T}{2} \quad \text{/с. т. розмах від максім. до 0/, пів кілогра розмаху буде } t = \pi\sqrt{\frac{l}{g}}.$$

Спостереження за добою коливання вже дасть нам вказівки на присутність нерівномірного розташування сили тягару на різних місцях поверхні землі та над землею чи глибинах шахт.

При гравітаційних дослідженнях зараз уживаються далеко чутливіші прилади ніж вагало.

Славою користуються різних конструкцій варіометри, зокрема варіометр гравітаційний *Éötvoš's* що є добре удосконаленою Кавендишовою крутильною вагою.

Подібного роду виміри робляться й на морі при допомозі гігсотермометрів.

Коли б на маці /географ./ сполучити відповідні виміряні точки на поверхні землі з однаковими силами тягару, то можна дістати лінії /ізогами/ що йдуть разом із рівнобіжниками. Це випадает так після теоретичних розрахунків. В дійсності ізогами зовсім не йдуть разом із рівнобіжниками завдяки присутності нерівномірно-росташованих мас земної кори, що творять відхилки-аномалії. Цікаво є, що найбільше наближення до нормальної сили тягару констатували на океанах, тоді як континенти ніби зраджують порівняльну недостачу мас; ніби до океанських глибин дуже масивне, а основи континентальних верховин /гір/ мають дефект мас.

Крім цього, є багато локальних аномалій то в напрямку, то в напруженні сили тягару.

Для геолога такі гравітаційні аномалії в певному терені, разом із иншими даними, часто діагностичні, особливо так, де він сподівається зустріти поклади, що можуть виявлятися в чистоті гравітаційній.

Інтензивність аномалії свідчить про кіль

кість /зглядну/ матеріалу, що її теорить.

Недавно /1923/ при дослідженнях залізних руд у смузі Курської магнетної аномалії переводились і гравітаційні виміри, що показали там і гравітаційну аномалію.

Ця остання свідчить, що руди /тяжкі/ тут є у значній кількості, та залягають як масиви плутонічні /Лазарев/. Вертами ця гадка ніби підтверджується.

Силою гравітації пояснюється явище припливів і відпливів морських вод, що мають свої певні періоди.

Силою вислідною /із гравітаційної та відосередньої/ твориться те явище, причину якого називаємо "відхилючою силою обертання землі".

Знаємо, що земля обертається з  $W$  на  $O$ . Відьнорухома точка на поверхні землі при русі, наприклад, від  $N$  бігуна до рівника, мусіла би відхилюватись /від лінії меридіану/, ніби запізнаючись у порівнанні з ротацією землі, до боку  $W$ , -а чим ближче до рівника, тим більше відхилення.

Така точка, наближуючись до рівника, попадає у сферу все більшої й сильшої прояви відосередньої сили ротації землі.

Відповідно теж роситьс я і на  $S$  півкулі.

Наслідке того глядять у напрямках, що прибираються текучими водами на ширших просторах поверхні землі та в чияности тих вод на свої береги.

## II.

### Форма й обсяг землі.

Думка про форму землі перебула кілька фаз у своїй еволюції.

Припускалось, що земля має форму кулі, ротаційного еліпсоїда, сфероїда, тетраедроїда, геоїда.

Newton..... 1687 р. у своїй праці "Philosoph. naturalis principia mathematica....." доказує, що земля, як тіло з текучим нутром, при ротації мусіла б прибрати форму кулі сплющеної на бігунах /незначно/. Тим підтверджувалась і теорія Лапласа про походження землі із мряковин: під впливом зменшення землі охолола, повстала на ній тверда кора, але в середині залишилась первісно ротоплена текуча маса, що й до тепер не встигла схолонуть.

за вирахунками Newton-а сочинник сплюснення землі =  $\frac{1}{230}$ ;  $\frac{a-b}{a} = \alpha = \frac{1}{230}$

a = велика піввісь рівникова /чи луч/,

b = мала піввісь бігунова.

Теоретично підтвердили висновки Newton-а, Laplace, Клеро й інші. Але, як то каже Laska, ані ентузіазм не допоможе науці, оскільки вона не може доказати правдивість своїх теоретичних висновків, очевидно через виміри.

Такі виміри були започатковані й частково /потрібні для загальних висновків/ були переведені то геодезією, то астрономією, то фізикою.

Насамперед, треба було знайти, бодай, правдоподібну форму землі, що нагадувала б обмеження якусь певну геометричну форму, на яку можна було б застосовувати дані від часткових мірень.

Така форма була знайдена.

Якщо земля куля володіє певними властивостями сил /гравітаційної й відсередньої/ то, при ставленні її /чи тіла подібного до землі/ в систему прямокутних просторових координат /де головна вісь проходить по осі ротаційній/, можна визначити ряд точок у просторі, для котрих функції сил /гравітаційної й відсередньої/ будуть однакові. Поверхня, що сполучує ці точки, творить певне обмеження й називається "поверхнею силового рівня". Тіло, що має силові властивості землі й обмежене "поверхнею силового рівня" формою мусило б нагадувати землю.

Така математична поверхня знайдена для земної кулі й називається "земним сфероїдом" /Bessel /чи просто "сфероїдом". /Сфероїдна форма загальною не далеко від дійсної форми землі/. Застосовуючи мірення на сфероїді, дається просто визначити розташування сил тягару по лінії рівноденника /меридіана/.

Слідуючий крок наближення до дійсної форми землі зв'язаний із думкою, що коли сфероїд є ніби згаданою поверхнею силового рівня, то його можна сконструювати й на дійсній поверхні землі, вибираючи відповідні точки.

Тут прийшли до розходжень, що повставали від даних мірень на дійсній поверхні землі.

Дійсна поверхня землі не рівна а форма землі неправильна.

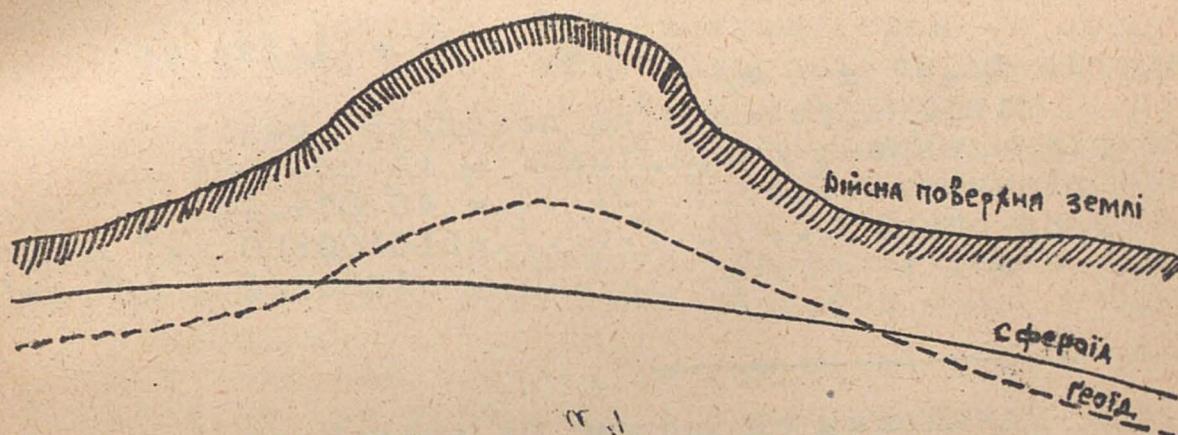
Форму землі не можна підвести до правильних геометричних форм, її форму /на пропозиції Listing-а / названо геоїдом.

Поверхня - геоїд зливалась би з поверхнею води, що оточувала би земну кулю.

Поверхня води займає майже тричі більшу площу на землі ніж континенти. Оскільки б канали через континенти з'єднували океанічні води, то вода стала би на одному рівні кругом земної кулі.

Ця замкнута поверхня води /зі всіма аномаліями нинішнього розташування мас/ дала би нам дійсну форму землі - геоїд.

Поверхня геоїду перетинає всі прямісіні /радіальні/ напрямки під кутом  $90^\circ$ .



Мал. 4.

Разом із тим Green-ом було піднято питання про тетраедридну форму землі. /В 20-х роках нинішнього століття англійський професор Gregory J.W. випустив книжку "The making of the Earth" де популяризує, поглибивши, теорію Green-а.

Земля ніби має форму тетраедра- наз.тетраедроїд.

Основа на та теорія на спостереженнях розташування континентів і водних мас на землі, що нагадує м'ячнок, який повстав би наколи би площини орієнтованого тетраедру були заповні водою, а інші елементи обмеження були заняті континентами. Від довгочасової руйнації ніби лише позгладжувались виразні первісні форми.

Розташування т.зв. географічних Гомольстій /опірних мас, твердих/ ніби це підтверджує.

Даних мірема для такого твердження /теорії/ нема.

Геометричне визначування геоїду при допомозі вигала, та прамоспаду, при допомозі геодезичних вимірів /триангуляція/ та астрономічних підтверджує,

що геоїд є формою, що відповідає в цілому неправильній формі нашої плякети - землі.

З багатьох вимірів дуг рівноденників та рівнобіжників з кулі Гельмерт / Голсва Бюра Міжнарод. Геодет. Асоц. / подає оці виведені дані /1912/.

$$a = 6378388 \pm 35 \text{ м.}$$

$$b = 6356909 \pm 72 \text{ м.}$$

$a$  = великий /рівник/ луч /Radius / землі

$b$  = малий /бігунський/ луч

$$a - b = 21479$$

Сочинник сплюснення  $\alpha$  рівняється

$$\frac{a-b}{a} = \alpha = 1/296.95$$

округло  $1/297 = \alpha$

Лінійні розміри на поверхні землі:

1/4 рівноденника /меридіана/ = 10.002,286 м.

Коло рівниково..... = 40.074.412 м.

Поверхня землі..... = 510100800 км<sup>2</sup> /кругло/

Обсяг землі = ..... 1083322 x 10<sup>6</sup> км<sup>3</sup>.

Сочинники сплюснення, що визначали:

Clarke /1880/ = 1/293.5,

Airy /1830/ = 1/299.3,

Bessel /1842/ = 1/299.15,

Hayford /1906/ = 1/297.8.

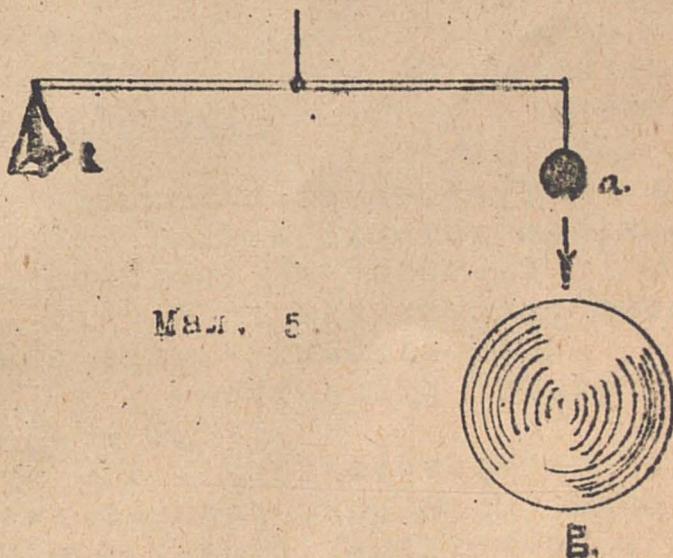
М А С А  З Е М Л І

Кожна одиниця матерії /одиниця маси/ притягається землею однаково. Маса тіла просто-пропорційна до тягару його, бо згідно з законом гравітації більша маса сильніше гравітує, а гравітація є причиною тягару. В залежності од віддалення певного тіла від гравітаційного центра, сила притягання зменшується, отже зменшується й тягар тіла, тоді як маса тіла залишається постійна /кількість матерії в тілі = маса тіла/. Маса вимірюється вагою, але не означає тягар якогось тіла /каждо: грам - маса/. Вимірною повний тягар тіла /при певній масі/ ми можемо порівнювати його з тягарем другого тіла. Відношення їх тягарів буде показувати й відношення їх мас. При відомій масі одного тіла й відомім відношенні тягару того тіла до тягару другого, можемо знайти масу цього останнього. На цьому базовані враховування маси невідомих тіл, так само й маси земної кулі.

Елементарний приклад це показує.

Коли на чутливій вазі А з одного соку - лівого /м. 5/ металеву кулю /а/, а із другого /права/ зовнітання /б/

старовані, то не-ближучи велику металеву кулю В до "а", побачимо, що "а" починає переважувати бік "б". Сила тягару кулі "а" була старована, с. т. була нейтралізована силою гравітації землі і тіла "а". Коли куля В при наближенні почала притягати тіло "а" з силою  $\alpha$



то з цією силою "а" почало переважувати "б". Додаючи до "б" масу /що притягається до землі з силою  $\alpha$  = тягар тої маси/. Знову вагу старуємо. Далі розмірковуємо так:

Коли тіло В /маса відома нам, напр., X/ притягає тіло "а" з силою "а", а земля притягає теж тіло "а" з силою "g" /g = тягар тіла "а"/, то на скільки сила "g" більша сили  $\alpha$ , на стільки маса землі "M" більша маси кулі В /чи X/

$$\frac{g}{\alpha} = \frac{M}{x}$$

M = маса земної кулі. g,  $\alpha$  та X є відомі.

Тут мали положення, коли маса тіла В діяла на "а" в напрямку однаковім з землею. Можна спроби й інші положення з відповідними розмірковуваннями. Вживають для таких вимірів найкраще, вже згадуваних, варіометрів /напр., Eölbö's-a /.

Для визначень маси певної групи верстов земної кори, напр., верстов, що є на товщині розриву шахти /від поверхні до дна/ вживають також вагала. Спостереження над коливанням вагала в шахтах і на поверхні землі дають дані до порівняння тягарів і враховування маси перерізаних верстов.

Найдена ріжними способами маса землі /M/ рівняється біля

$$M = 6 \times 10^{24} \text{ кгр. маси.}$$

#### IV.

#### ГУСТОТА ЗЕМЛІ.

Густота тіла показує більшу чи меншу сконденсированість матерії в тілі при певному обсязі.

Густота / $\rho$ / пропорційна до маси /M/ і зворотно пропорційна до обсягу /V/ певного тіла.

При відомих - масі землі /M/ й обсязі /V/, густота її рівняється

$$\rho = \frac{M}{V} = 5.54 \pm 0.03,$$

тоді як густота води = 1, а густота відомих нам гірщин, що широко розповсюджені в земній корі рівна в середньому біля 2.6 - 3.3.

ТЕПЛОТА ЗЕМЛІ.

Розбираючи теплові явища певного тіла, - приходимо до визначення:

- A/ джерела тепла,
- B/ провідника тепла.

Відносно цих двох факторів, де впливають на той чи інший тепляний стан тіла, спробуємо поглянути на землю, як на тіло тепле.

A.

ДЖЕРЕЛА ТЕПЛОТИ ЗЕМЛІ.

Міряючи температури в шахтах од поверхні до глибших місць, бачимо, що верхні верстви мають вімінний тепляний режим, ніж спідні /нижче, приблизно 30 м./ . Температура верхніх верстов коливається в залежності від частин року чи впливу сонячної теплоти. Між верхніми верствами /з одним  $t^{\circ}$  режимом/ і спідніщими /з другим  $t^{\circ}$  режим./ є смуга, де  $t^{\circ}$  не змінюється на протязі одного й більше років. Під Паризькою обсерваторією на глибині 27.6 м. від 1788 року тепломір показує сталу температуру /11,72 $^{\circ}$ C/. Цікаво що та стала  $t^{\circ}$  відповідає /в середньому/ річній теплоті на поверхні землі в тій самій області.

Лінія, що сполучує точки зі сталою річною теплотою в землі, лежить иноді ближче до поверхні, а иноді далі - глибше й у наших широтах коливається глибина її від 16 до 30 м. Ця лінія становить межу теплового впливу сонця - I/ вище неї огріває сонце, II/ нижче неї огріває землю теплота внутрішньо-земна.

Виходить, що земля має два теплових джерела сонце і 2/ нутро землі.

I/ СФЕРА ВПЛИВУ СОНЦЯ.

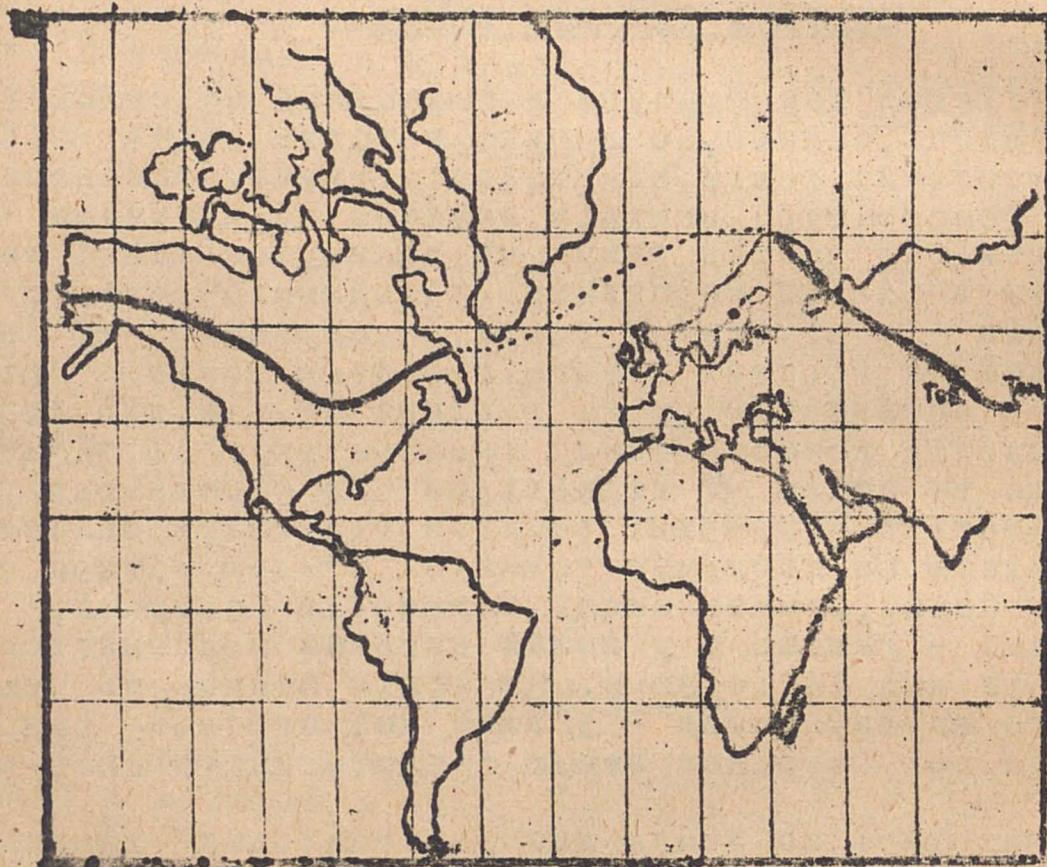
Вплив сонячної теплоти на назверхнішу сферу землі - атмосферу виявляється в динаміці останньої, що створює певні кліматичні й метеорологічні умови на землі.

Світлом і теплом сонце живить рослинність а

через неї і азират.

Сонце своєю теплотою сприяє трохлявності /руй-  
нації/ твердих матеріалів земної кори і сприяє ут-  
воренню певних ґрунтів. Там, де сонце менше нагріває  
/завдяки малим кутам допаду сонячного проміння/ по-  
кривається все льодом і снігами /полярні країни/.

Протягом довгих діб ґрунти в полярних країнах  
не розмерзають і творяться верстви т. зв. вічної мер-  
злоти. Вічна мерзлота у глибину сягає часом аж до  
150 м. і розповсюджена досить значно, як це видно  
з нижчеподаної мапки /див. стат. п. Шостакова з до-  
сліджень в Сибіру- "Вечная мерзлота". "Природа" 1916,  
Москва/.



Мал. 6.

## 2/ ТЕМПЕРАТУРА ВУТРА ЗЕМЛІ.

Від лінії сталої річної температури у глиби-  
ну землі тепло збільшується й температура стає  
вища. Підвищення температури до глибин у різних  
місцях різне. Буває, що через кожних 1,5 м. темпе-  
ратура підвищується на один ступінь  $^{\circ}\text{C}$ , у других  
місцях аж через кожних 100 або 120 м.

Кількість метрів, що їх треба пройти до сере-

дини землі, аби  $t^z$  зросла на  $1^{\circ}\text{C}$  - покажує нам величину т.зв. геотермічного градієнту.

Взятий із багатьох даних вимірів середній геотермічний градієнт /за Thiem/ рівняється 33 метрам на  $1^{\circ}\text{C}$ .

Часто в певних місцях розташовано в землі тепло так, що на незвичних віддаленнях /у глиб/ геотермічний градієнт /кілька разів раптово змінюється- перед нами тоді є геометричні аномалії /вони льокальні, як і їх причини/.

У тих глибинах, що до їх чоловік дійшов міряючи  $t^z$ , знаємо, що вона збільшується й можна визначити степені того збільшення.

Глибина:

• Полудневі /Америка/ -	2136 м.	77,8
Чухів /Гор. Сілезія/ -	2221 м.	83,4
Розбрідж /Англія/ -	745 м.	34,5
Sprengberg /Berlin/	1268 м.	48,1

Вона збільшується  $t^z$  далі й як саме, експериментально не можемо встановити, а теоретичні міркування заступлені представниками майже протилежних тверджень.

Авторитетні /на той час/ вираховування Newton-а давали цифру теплоти середини землі у степенях до  $187.000^{\circ}$ . Для такого рахування Newton узяв за підставу положення, що випромінювання теплоти пропорційне до температури /тіла/. Зараз знаємо /Stefan / що кількість випромінювання рівна четвертій степені джерельної теплоти. Теоретичні засади /Tait / міркувань про  $t^z$  в середині землі, зв'язані із припущенням росту температури із глибиною, приводять до висновків, що  $t^z$  в середині землі біля  $6000^{\circ}\text{C}$ .

Припускаючи високу температуру в центрі землі, та в окремих місцях, гніздах, що творять геотермічні льокальні аномалії, мусимо припустити існування причин, що породили 1/ загальну  $t^z$  середини землі, 2/ льокальні гнізда високої  $t^z$ .

Що-до загальної теплоти внутрі землі висловлювалося кілька гадок.

1/ Теплота в середині землі є решткою від попереднього високого тепляного стану землі.

Мряковина з безмежно великою температурою при застиганні /зоряна стадія розвитку землі/ в абсолютному холодному космічному просторі все більш і більш вилітала своє тепло, аж поки не почали замерзати /тверднути/ утворені різними сполуками елементів/хе-

мічнях / і творити кору, що обгорнула матерію / це з великою  $t^{\circ}$  /, яка скупчується біля центру/.

Земля схолоджувалась далі. Слаба кора її часто розломлювалася і з нутра виходили значні маси на поверхню, що тут застигали.

Процес застигання землі довів її до нинішнього тепляного стану.

2/ Присутність теплоти в середині землі приписують також хемічним процесам. При тих процесях виділяється багато теплоти, яка у змозі ніби тримати землю в нинішньому тепляному стані. Разом із хемічними відбуваються й механічні процеси, що теж спричиняють виділення  $t^{\circ}$ .

Про причини тепла землі то хемічні то механічні трактують: Devy, Mallet, Lyell, Mohr ----- і інші.

Пасма скупчення тих процесів були б місцем з найвищою  $t^{\circ}$ , під ними й над ними мала б  $t^{\circ}$  зменшуватися.

3/ В останні часи почали надавати велике значіння радієві. Відомо, що радіактивні елементи в земній корі досить розповсюджені /руди торія, радія і продукти їх розпаду/. Радіактивність вульканічних гірнин більша ніж седиментарних, а пльтонічних найбільша. 1 гр. гірн. чи ґрунту має біля  $1 \cdot 10^{10}$  гр.  $Ra$  і  $1 - 5 \cdot 10^5$  гр.  $Th$  / Kähler/. Можливо, що збільшується радіактивність гірнин під впливом радія із глибин землі.

Коли припустимо /при збільшенні радіакт. до глибин/, що у глибинах землі є лише кілька разів більше  $Ra$  ніж на поверхні кори землі, то він був би здібний тримати землю в нинішньому тепляному режимі /1 гр.  $Ra$  виділяє 100 мал. калорій за 1 годину/.

Радіактивність вод і повітря походить із радіактивности землі. Деякі вчені, при студіях радіактивности, висловлювали думки, що тепляний стан усе світу тримається випромінюванням радія /Soddy/.

Справді, присутність радія та урана була констатована й на деяких зірках.

Що " $Ra$ " має вплив на  $t^{\circ}$  землі, то це не підлягає сумніву, але сили того впливу не далось ще в собічно визначити.

Можемо припустити, як правдоподібність, що окремі гнізда /в земній корі/ під впливом радія мають розтоплені матеріали, як напр., гнізда вульканічні, як гнізда, що порівняльно, не є глибоко. Ре-

... місце вулканічних ерупцій задовольняюче може  
визначитися впливом сили радіа.

Але це вже кажемо про локальні центри , що  
творять геотермічні аномалії.

Геотермічні аномалії часто залежать од про-  
відників тепла, тому ми будемо їх розглядати при  
розборі "провідників  $t^{\circ}$  землі".

### В. ПРОВІДНИКИ ТЕПЛА.

Геотермічний градієнт, що показує ступінь збільшення  $t^{\circ}$  до нутра землі, багато залежний від провідників тепла. Провідниками тепла від центра землі є мінеральні маси /бодай у корі й у тих глибинах, де це можуть вони існувати в відповідних сполуках/.

Ми становимо різниці геотерм. градієнту на глибині мало більше 2 тисяч метрів, а тим самим на тій глибині можемо визначувати силу впливів провідників тепла на градієнт.

Геотермічний градієнт збільшується в тих місцях, де теплопровідність гірнин більша й навпаки.

Коли знаємо теплопровідність гірнин становимо наперед діагнозу про збільшення чи зменшення градієнту в місцях залягання тих гірнин /одна понад одною/.

Сочинники теплопровідности деяких гірнин:

Граніт -	0.0004	-	0.097
Базальт -	0.0032	-	0.067
Крейда -	0.0022	-	
Пісковик -	0.0024	-	0.0307
Глин. лу-			
паки -	0.0019	-	0.0030
Пісок -	0.0003	-	0.0013
Повітря -	0.00005		

Повітря найгірший провідник тепла, тому і ті клястичні гірнини, що мають сагато /поміж собою/ повітря, мають дуже малий геот. градієнт.

Розірвані верстви /при тектонічних порухах/ мають збільшений градієнт, особливо коли в місцях розривів /зломів/ протікає вода, що охолоджує кругом сусідні матеріали /так само як провітрювання в печерах/.

Взагалі понижена /порівн. з норм. град./ температура в шахтах свідчить про близькість спідніх вод.

Якщо відбуваються певні хемічні процеси в гірнинах /розклад, оксид./ чи йде процес осідль

ня /лігліт, кам. вугілля/ то там, виділена при процесах теплота значно впливає /льокольний вплив/ на градієнт /зменшує/.

Присутність сусідніх живих вулканів, теплих /термальних/ вод зменшує великість геотерм. градієнту, рівно ж як і присутність нафтових матеріалів і знижує його.

Всі ті причини, що змінюють геотермічний градієнт, творять геотермічні аномалії.

Оскільки б ми хотіли визначити певні точки під землею з однакою температурою й ті точки сполучити лінією /геоізотерма/ то ця лінія дійсно ніколи не йшла би рівнобіжно з тереном поверхневим, а покручено /місцеві геотерм. аномалії/ через причини /льокальні/ що впливають на градієнти.

Амплітуда вихилок геоізотермів /бодяй ближчих до поверху/ досягає навіть кількох тисяч метрів. Оскільки геоізотерму  $15^{\circ}$  проводити на континентах, то це не буде так глибоко, але ведучи її під океанічні дна де ми знаємо, що біля дна вода має біля  $2^{\circ}, 3^{\circ}$  й охолоджує тверду масу дна, одержимо дійсно значний розділ між точками верхньої і нижньої позиції цілої геоізотерми.

Цілком правдоподібно, що амплітуди вихилок геоізотермів зменшуються із глибиною.

## VI.

### ВУТРО ЗЕМЛІ.

Причину вказаного вище розділу густоти землі /в цілому/ від густоти відомих нам матеріалів, що складають земну кору, спробуємо висвітлити величезним тисненням, яке панує в нетрах земної кулі та внутрішньою будовою /складом/ землі.

Тиснення мінеральних мас, що налагають на свідні маси, очевидячки, дуже значне.

З об'рахунків припускають, що в центрі землі скля тиснення доходить до  $2.98 \times 10^6$  чи біля /кругло/ 3-мільонів атмосферичного тиснення.

У зв'язку з тим, Гельмерт припускає таке степенування густоти матеріалів, що складають землю від поверхні / $R = 1$ / до центру її /розрахунки степенування саваються на законі того ж автора/.

Глибина визначена через Густота.  
 $R = 1$  на поверхні зем.

1	2.66
0.8	5.06
0.6	7.47
0.4	9.50
0.2	10.88
0.0	11.30

Kluzsman припускає густоту в центрі  $d = 7.8-89$ ;  
Wiechert  $d = 9.6$ ; Roch  $d = 10.10$ .

Під таким великим тисненням, як у середині землі, не мислимо в тем існування матеріалів у наземному вигляді.

Що в центрі землі маса надзвичайно стиснена й тому твердіша ніж нами відома криця, доказує нам сейсмологія.

Вона остання констатує, що сейсмічні /від землетрясень/ хвилі, які проходять через глибоко-заягачені сфери земної кулі, поводитись саме так, як би проходили через надзвичайно тверде пружне тіло. Також сейсмологія констатувала, що у глибинах землі чергуються сфери з відмінними фізичними властивостями. Сейсмічні хвилі при переході з одної сфери у другу зазначували на сейсмометрах певні зміни, що свідчать про дисконтинюїти між сферами, що існують.

Kluzsman приймає існування двох дисконтинюїт у глибинах 1193 км та 2454 км. /глибини від поверхні/. Wiechert конст. інші ще ближчі до поверхні 30 - 35 км.

До визначування сфер і дисконтинюїт, як і взагалі до пізнання внутрішньої будови землі, прислужились працями проф. Laszka, de Inc, de Ford-----і інші.

Ніби ослаблюється завжди континюїтної теорії /Ritter - Günter/ яка приймає, що земна куля складається з певних сфер, де малляють одна на одну й переходять одна в одну поступнево, непомітно, без перемешок. Мовляв, природа не знає скоків!

Із другого боку, ніби підтверджується стара теорія ізостазії /дана/, яка приймає за основу, що на розтоплених масах ядра землі кора її пливає мов би на воді /на течії/. При скупченнях мас /підземних і наземних/ ув одному місці кори вказуються рухи вирізняючі, що тягнуть до відновлення рівноваги мас /ізостазія - рівновага трив.у фізиці текучих

тіл/.

З наслідками тих ізостатичних рухів зв'язані-орогенезіс, поверхнева геотектоніка й т.д.

Але припускаючи ізостазію /в розумінні фізики/ ти починаємо твердити про текучий стан ядра землі, що мені правдоподібно.

Зі спостережень G. Darwin-a, L. Kelvin-a і инш. над припливами й відпливами морських вод /під впливом гравітації місяця/ виведені висновки, які свідчать, ніби земля в середині має еластичний матеріал, але та еластичність рівна еластичности крицевої кулі.

Таке еластичне нутро землі не дозволяє їй навіть під тим величезним тисненням, при відомих нам рухах землі й впливах гравітації сусідніх космічних тіл/ так деформуватися, як би то випливало з теорії, що потуляє текучий стан нутра землі.

Указана вище еластичність нутра землі могла би сприяти лише квазіізостатичним рухам внутрішньоземним /Laska / а не ізостатичним у нашому наземному фізичному розумінні цього слова.

При високій закритичній температурі, знаємо, що матерія тіл переходить у газовий стан і при найбільших /в лабораторійних умовах/ тисненнях.

Беручи під увагу температуру й тиснення в середині землі, припускають не лише текучий але й газовий стан ядра землі /Arhenius/. Ясно, що це не протирічить даним про густоту землі, оскільки умовитися в розумінні слов "газовий стан ядра землі".

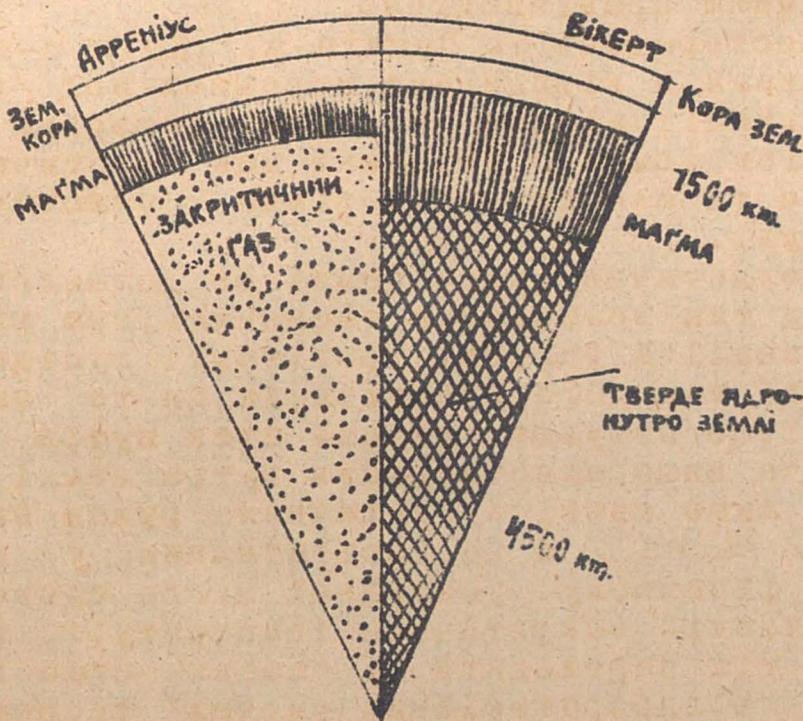
Коли розуміти, що газовий стан ядра землі є такий стан матерії, де самотійно існують атоми поокремних елементів, не гравітують і не входять у сполуки, але є перемішані й під велетенським тисненням так ізгустились, що їх густота /в ядрі землі/ нагадує густоту /отже і твердість/ криці, то взагалі зникають /бодай частково/ радикальні протиріччя між ріжноріжними поглядами на стан матерії центра землі. Такою стежкою йдучи можемо припустити /Tomson/ що земна куля тверда у всіх своїх частинах. /Порівн. на мал. 7/.

Локальні теплові джерела, що про них ми вже балакали, не були би в безпосередньому зв'язку зі станом матерії в середині землі й у термальному житті земної кулі стояли б лише як причини локальних термоаномалій.

Що торкається матеріалу з якого нутро землі збудовано то це E. Suess розділив землю складом із

трьох сфер.

I/ Sial // Silicium, Aluminium / найлегша  
найверхня частина землі / зем. кори/.



мал. 7.

2/ Sіma/ Silic., Magnes.-----/ середня сфера  
земна тяжча від I й густіша.

3/Nife / Nīkel, Ferrum / ,Центральна сфера  
землі, найтяжча й найгустіша.

Klussman теж припускає три сфери, при чому  
барисфера /тяжка сфера/ що займає центр складається  
з Ni, Fe, Co-, середня сфера переважно складається  
з залізних руд. Заліза від поверхні землі до середи-  
ни взагалі збільшується.

Коли приймати таке припущення, то зрозуміло,  
що густина із глибиною збільшується й через те, що  
чим ближче до центра, тим тяжчі /з більшим - нит.  
тяг/ матеріали залягають.

## VII.

### ГЕОМАГНЕТИЗМ.

Що таке магнетизм?

В науці дуже рідко приходять до точних дефініцій того, що є причиною певного роду явищ, можливо, через те, що людські відомості занадто малі щоб охопити повну суму певних явищ /зі всіма їх причинами й наслідками/.

Під магнетизмом розуміють явище притягання певними лише тілами інших відповідних тіл.

Те, що є магнетизм - зустрічається у природі в певних мінеральних речовинах, головню у магнетита.

Відомі досвіди з порошком заліза дають нам магнетичний спектр, що показує як магнетичні сили скупчені біля магнету. Ніби магнетичний потік виходить із одного кінця магнету струмочками /силові лінії - Фарадея/ і входить у другий кінець. Робиться магнетична сфера - сфера впливу магнета /фізичне його поле/. Тіла ферромагнетичні у сфері магнету намагнетичуються.

Скупчення маси магнетизму твориться на бігунах магнету, де з одного виходить і у другий уходить максимум силових ліній.

Силовий потік, що виходить із магнету, який умовно називаємо північним /з N - бігуна/ дає магнетизм N, а що входить - південний /S/.

Після такої умови на земному N був би магнетизм S, і навпаки, однак, аси не вносити путанини тримаємось старого означення - а саме N кінець магнету обертається на N - земний, так само й S кінець на S землі.

Намагнетчена голка в магнетному полі великого магнету орієнтується після силових ліній магнету.

При міреннях сили притягання магнетичних мас, Кулон вивів отакій закон:

"Сила притягання чи відтручування двох магнетів /магн. бігунів/ пропорційна до вислїду їх мас /магн./ і зворотно пропорційна до квадрату їх віддалення". Закон цей пізніше доповнено. Що торкається магнетичної маси, то за одиницю її приймають таку кількість магнетизму /одного роду N чи S/, яка притягає собі рівну кількість магнетизму другого роду з одиницею сили /напр. 1 - діни/ на одиниці віддалення /напр. 1 ст./.

Кількість силових ліній, що виходять із магнета на сферичну площину в дії магнету мусїла би рівняти-

са  $4\pi \frac{m}{c}$  а при одиницях мас /магн./ дістанемо  
4П. Магнетичний потік із магнету виходить у простір.  
Дальший його шлях може бути змінений тими чи интими  
тілами, що стоять на дорозі.

Залізо /Fe/ є найкращим провідником магнетизму, а через це якщо по дорозі зустрічається залізо, то воно ніби згущує в собі силові лінії і зважена залізна плиточка між двох магнетів обертених до себе протилежними бігунами стає поділ силових ліній /всі подібної порієнтації між 2 маг. тіла - називаються парамагнетиками. Вони є ліпшими провідниками магнетизму/.

Коли на те ж місце дати плиточку В-1 /біснотову/ то вона орієнтується прямо вісно до напрямку сил ліній. Такі тіла називаються діамагнетичними.

У природі буває, що скали притягають один бігун магнету й наз. полярномагнетичними скалами.

Відомо є, що й електричні токи теж творять біля себе магнетичні поля.

Зв'язок магнетизму з електричністю наводить дослідників на думку, що взагалі магнетизм, як і магнетизм землі зокрема, становить прояв електромагнетичний.

З геомагнетичних вимірів набираємо такого враження, що земля є ніби великим магнетом чи намагнетиченим тілом із постійним магнетизмом.

Магнетне поле землі наповнено магнетичними силовими лініями, по котрих ми констатуємо напрямки геомагнетичних потоків та находимо місця геомагнетичних бігунів. Надзвичайно велика сила магнетичности землі й гігантські розміри її заставляють думати, що силові лінії кедалеко поверхні йдуть рівнобіжно з рівною інтензивністю /поле гомогенне/.

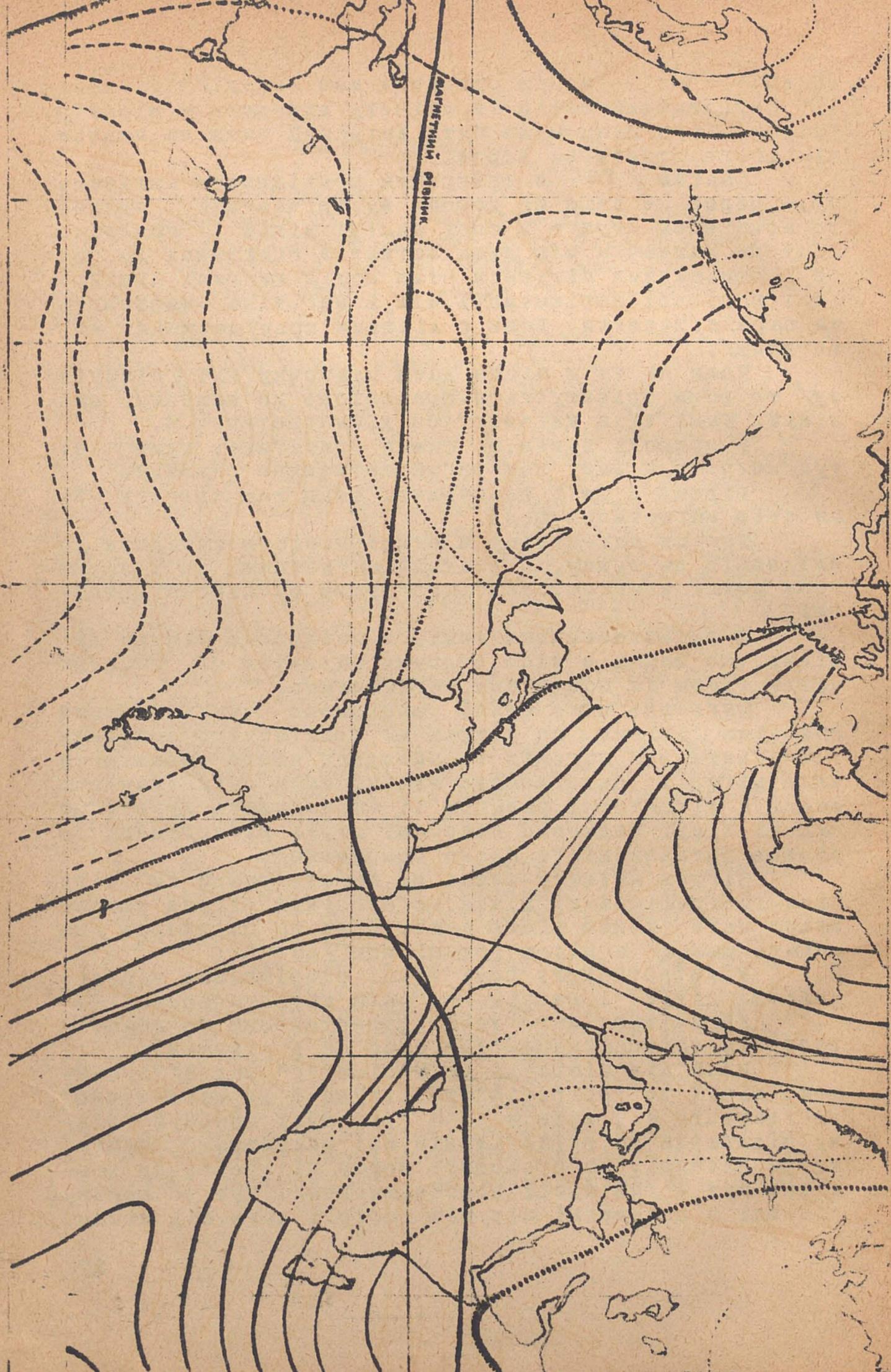
Бігуни магнету-землі не лежать разом із бігунами географічними. Лінія, що сполучує бігуни називається магнетичною віссю землі, вона не сходиться /не лежать разом/ з віссю ротаційною /маг. 8/.

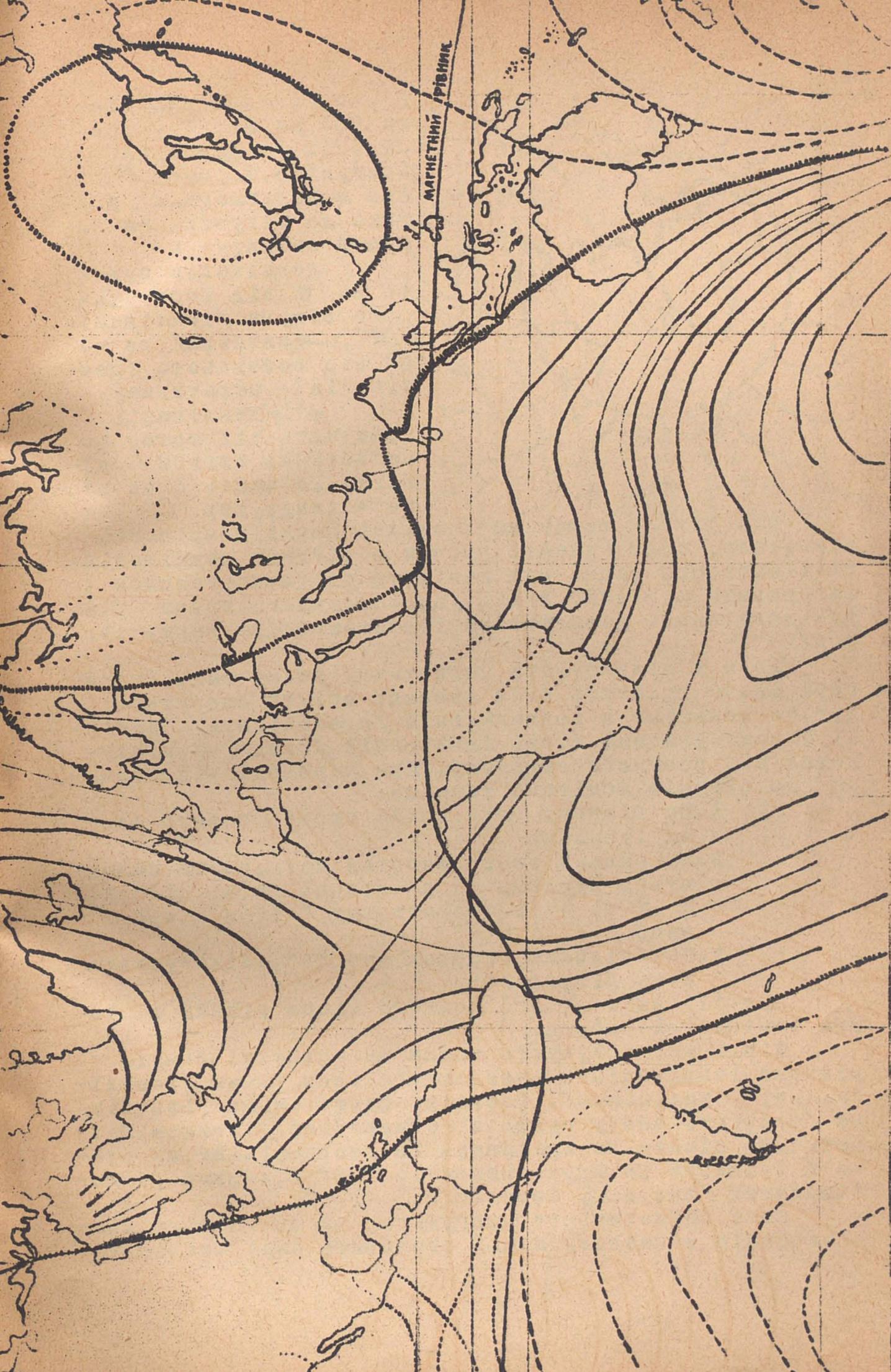
У магнетичному полі землі розрізняємо напрям силових ліній і напрямки сили магнетичности.

/Примітка: магнетичні рівноденники не лежать разом із географічними, так само як і рівники./

Коли від місця, де ми стоїмо "о", мал. 9/ проведемо лінії до географічного бігуна й до магнетичного /напр. до N, куди в "N" півкулі показує вільно підвішена на вертикальній осі магнетна голка, то на площині, що проходить через ці три точки повстане кут /на місці спостереження/. Кут показує рівниці в положенні бігунів геогр. і магн. від місця

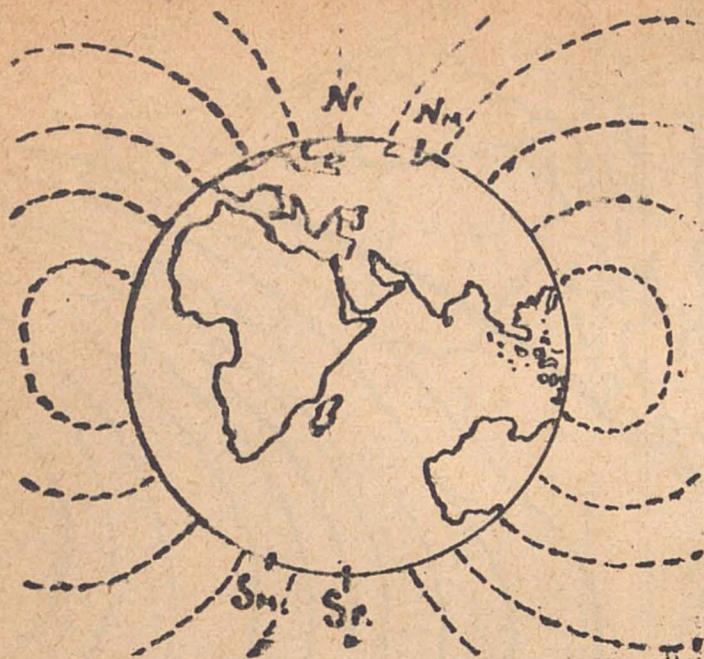
ІЗОТЕРИ (A)





МАГНЕТНИЙ РІВНИК

Ізогони (б)



Мал. 8.

"0", чи показує для місця "0" магнетичну деклінацію /відхилення/. Зрозуміло, що кут  $i$  росте з наближенням рівника до бігунів відповідно з малюнку 9.

Деклінація буває то на W від географічного бігуна /деклінація "+, W", позитивна/, то на "0" від останнього /деклінація -, негативна/.

"i" деклінації повстає від того, що магнетичні бігуни міняють із часом своє місце - мандрують.

Для різних точок на поверхні землі деклінації різні, але, коли винайти точки з рівними деклінаціями і провести через них лінію, то одержимо малюнок із кривими лініями. Лінії, що сполучують точки рівних деклінацій називаються ізогонами. /Див. карту ізогон/.

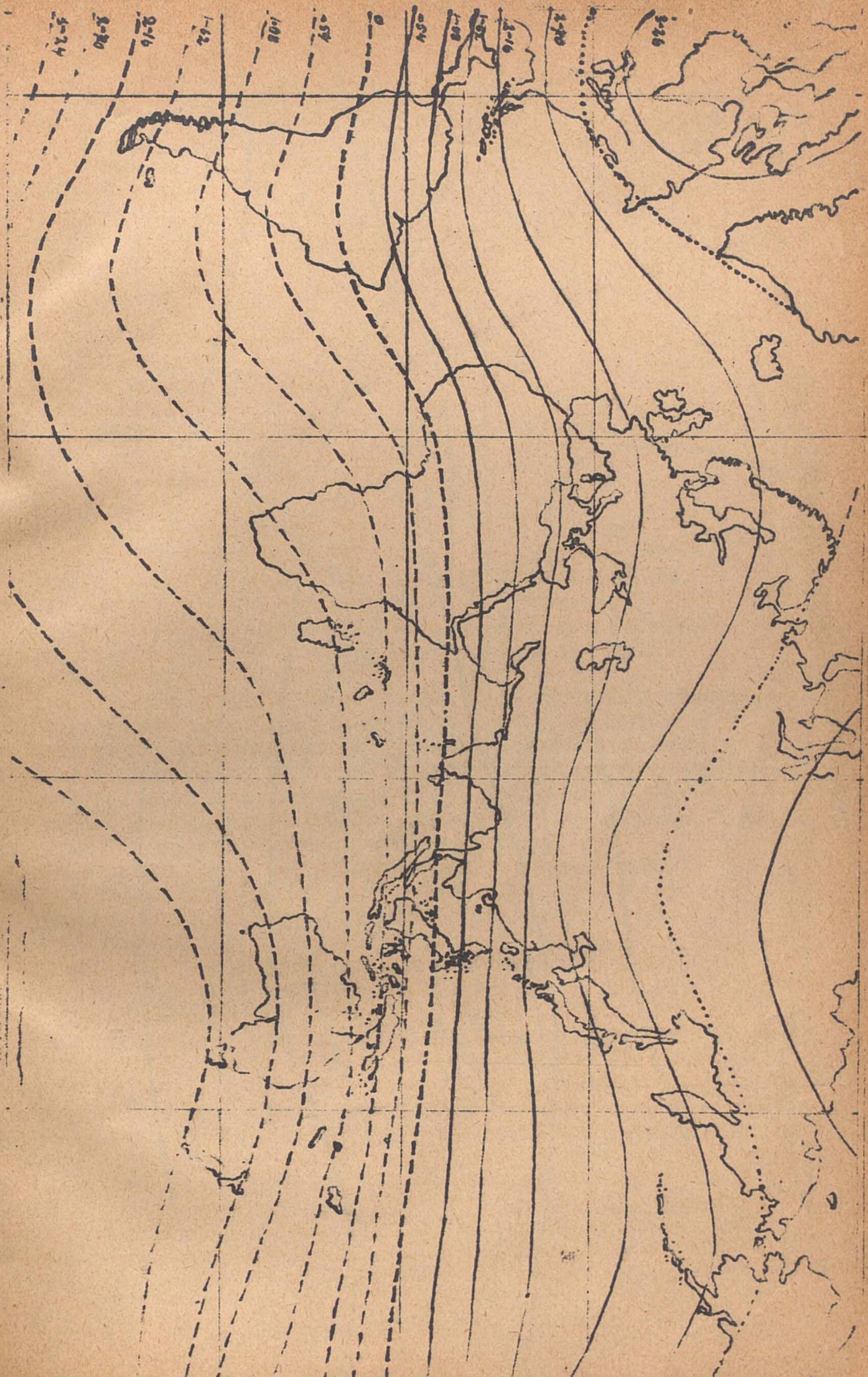
Коли ж підвишувати магнетичну голку так, щоб вона могла рухатись біля поземної осі, то одержимо кут, що лежатиме в вертикальній /прямовісній/ площині й показуватиме т.зв. інклінацію /схил/ чи відхилення від поземного напрямку. При переході від рівника до бігунів помітимо таке що:

1. На рівнику магн. голка стоїть поземо /беручи ідеально/.
2. На певних геогр. широтах магн. голка змілюється в долину / S кінець на S півкулі а N на N / і творить кут "i" /з позем. напр. /.
3. На більших широтах кут "i" збільшується й на бігуні 90°.

Кут "i" як і  $i$  для кожного місця різний а також і мінливий часово.

Лінії, що сполучують точки на поверхні землі з рівними інклінаціями називаються ізоклінами /ізокліналями, ізолініями/. Ізокліни йдуть майже рівнобіжно /оточують земну кулю/ з магнетичним рівником. Магнетичний рівник не йде разом із географічним, як рівно ж ізокліни не йдуть разом із географічними рівнобіжниками /див. малю. ізоклін/.

Сила магнетичного напруження чи певна сила магнетичності в певному місці становить силу вислідну,

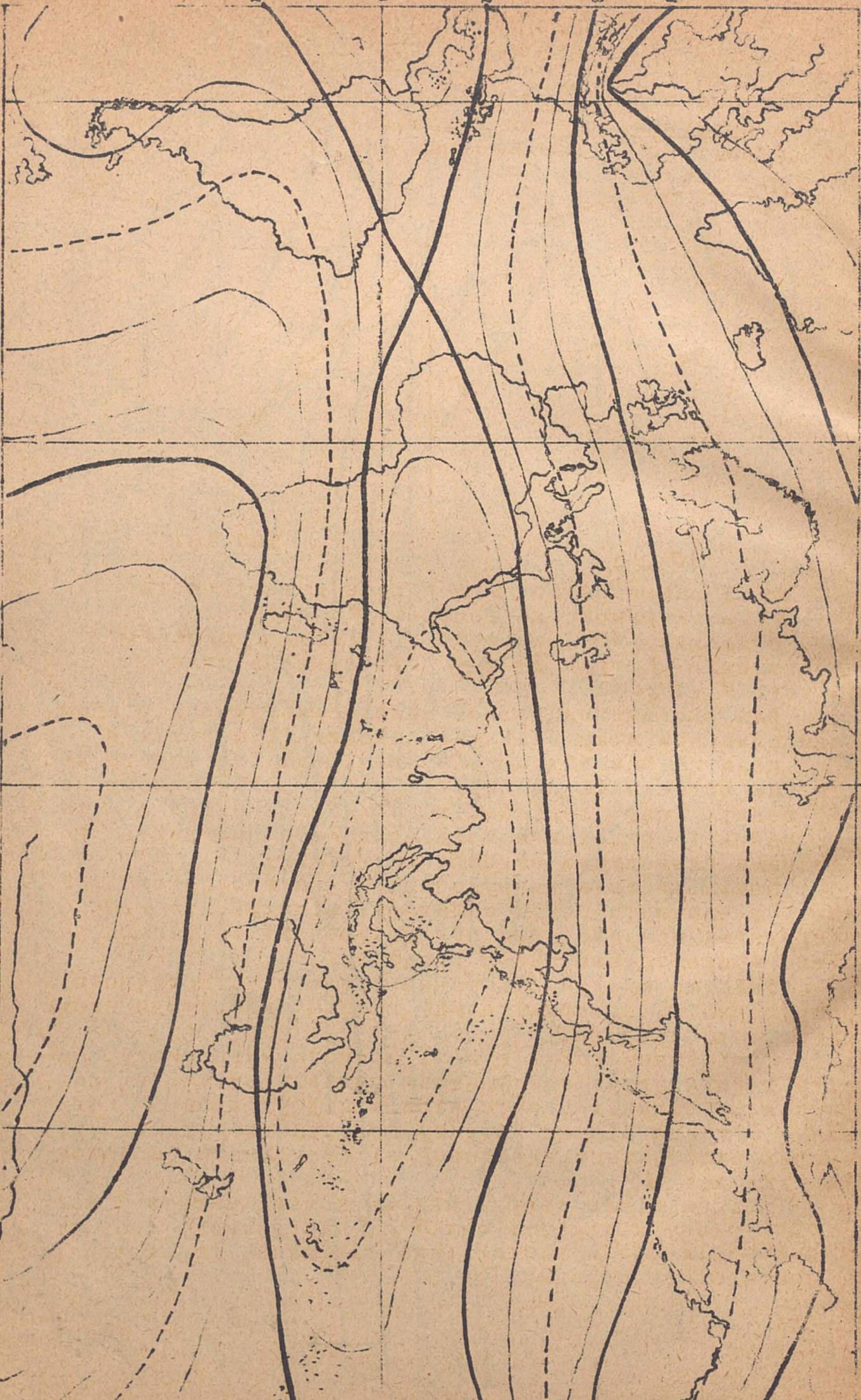


130N/171W

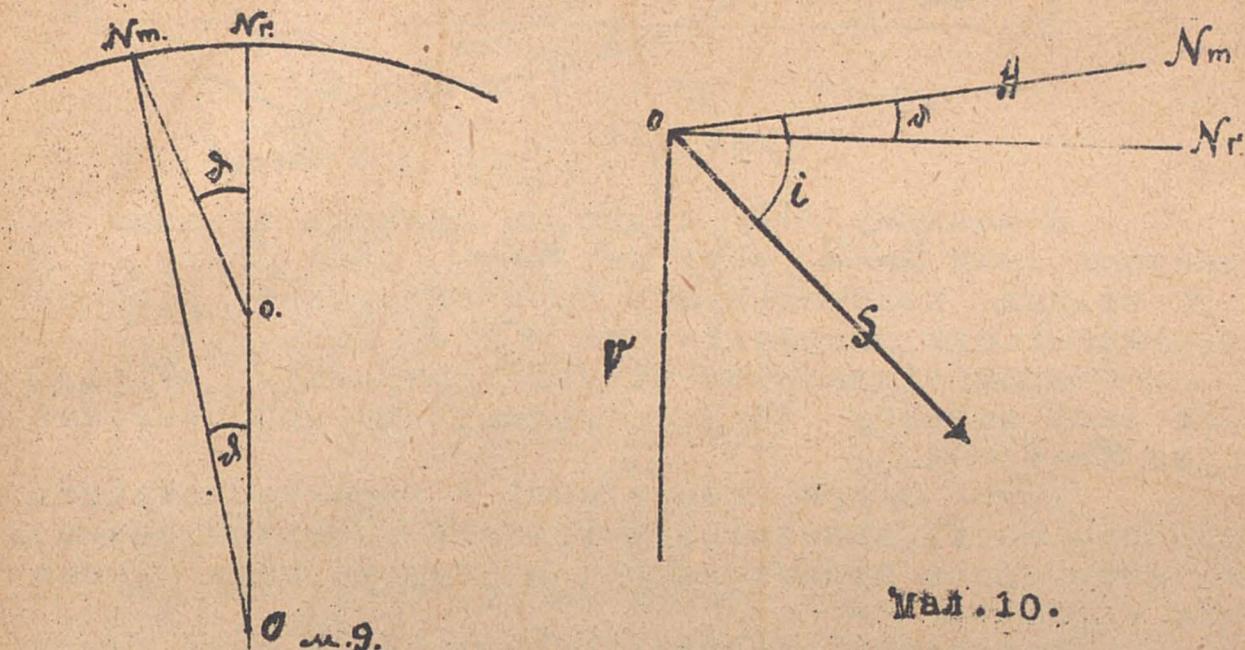
ІЗОДІНАМІИ.

1-08

1-08



це зложена з поземного складника /магнетичної сили.  
 "H" та вертикального чи прямовісного "V" /радіально-  
 го/ /графічно - паралелограм сил, див. мал. 10/.



Мал. 10.

$N_m$  = напрямок до /N / бігуна магнетичного.

$N_p$  = напрямок до географ. N бігуна.

З малюнку / 10 / видно, що  $V = S \sin i$ , а  $H = S \cos i$ .

Повна сила  $S$  буде  $S = \frac{H}{\cos i}$  /рівняння м. сили/.

З того  $V = H \tan i$ .

Для визначення повної сили користуємося рівнянням сили, при чому вимірами находимо  $i$ , а потім  $H$ .

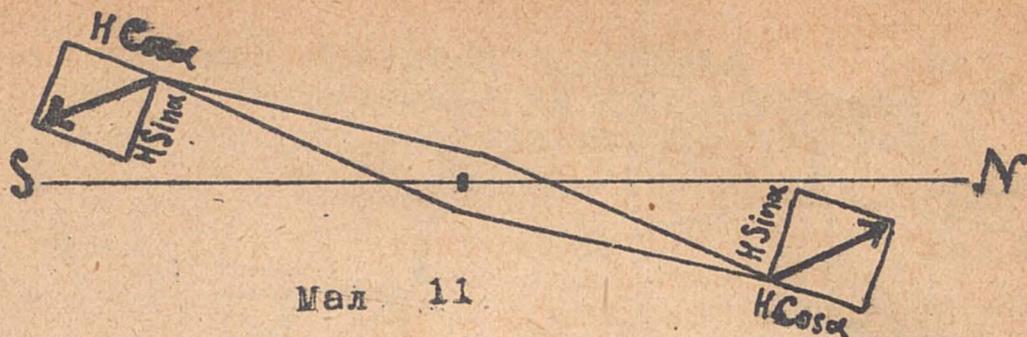
Коли ще нам відоме  $d$  /вимірами/, то всього цього нам вистарчить для орієнтації в магнетичному полі землі. Тому деклінацію / $d$ /, інклинацію / $i$ / та та поземного складника магн. сили / $H$ / називають головними елементами земного магнетизму.

Оскільки сила напруження [ $S$ ] є вислідною силою, а елементи що її складають мінливі, то й саме напруження мінливе /при пересовуваннях із місця на місце - просторово, також і часово/.

Лінії, що сполучують точки рівного магнетичного напруження на поверхні землі називаються ізодинамами /див. мал. 11/.

Магнетична голка в полі земного магнетизму навіть і не зраджує поступаючих рухів /також і в напрямках до бігунів/, зате ніби є під впливом пари сил - активно бігуни магнету повертаються до бігунів земних, якщо магнет виведений зі спокійного положення /див. мал. 11/.

Звідси пішло твердження, що кожний магнет має в собі рівну кількість сил  $N$  і  $S$  магнетизму /навіть у найменшій своїй частині/, яка скерована до чистоти протилежні напрямки.



Мал. 11.

З малюнку /11/ видно, що одиноко чинними залишаються сили  $H \sin \alpha$ , годі як  $H \cos \alpha$  одна другу /в N і S кінцях/ нейтралізують /при припущенні рівності і протилежності напрямків сил N і S магн./.

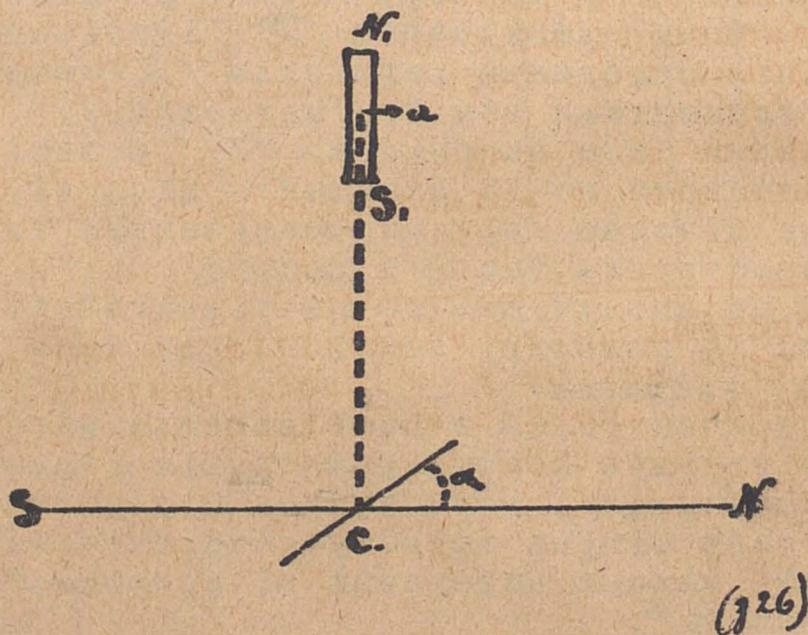
Коли віддалення бігунів /магнету/ N від S =  $l$  при масі магнету  $m$ , то момент сил при повертанні буде  $2ml H \sin \alpha$ .

$2ml$  - є /при поверт. магн./ характеристичною данною, що її називаємо магнетним моментом; зазначивши його одною буквою, напр.,  $M$ , будемо мати момент сил -  $M H \sin \alpha$  -

Магнетним моментом користуються дуже широко при магнетометричних студіях /зокрема при визначуваннях H/.

Ще Гаусс /1833/ подав спосіб визначування H через порівняння його до  $M$ , а саме:

з вимірів взаємочинності двох магнетів у полі земного магнетизму /в певному місці/ знаходиться  $\frac{M}{H}$ , а з коливань магнету дістається  $M H$ . З цих двох рівнянь визначається H.



Мал. 12.

ПРИМІТКА: Магнет  $a$  відхиляє магнетичну голку від напрямку  $NS$  на  $2\alpha$ .

$$A \operatorname{tg} \alpha = \frac{2M}{H \sin 2\alpha}$$

/мал. 12 /.

$H$  = позем. складник,

$M$  = магн. момент; магнету

$r$  = віддаль  $ac$ .

Звідки маємо  $\frac{2^2}{r} \operatorname{tg} \alpha = \frac{M}{H}$ .

Коли ж і  $M$  і  $H$  невідомі, то мусимо мати ще одне рівняння. Находимо те рівняння з коливань магнету /того ж/.

Знаємо, що час /доба/ коливання  $T$  рівняється /для магнету/

$$T = \pi \sqrt{\frac{\text{мом. інерції } (K)}{MH}}$$

то  $MH = \frac{\pi^2 K}{T^2}$

Poisson подав зручну методу знаходження  $MH$ .

Прирівнюється доба коливання магнету самого, а потім магнету із грузом /якого мом. інерції відомий/ і з одержаних даних виводиться  $MH$ .

При визначуваннях  $H$  / $M$  і  $MH$ / треба переводити поправки на  $\epsilon$  /теплоту/,  $\rho$  /тиснення/, кручення нитки і т.д.

Наведеними вище властивостями взаємодій магнетів користуються при конструкціях магнетометрів.<sup>x/</sup>

Початок магнетометрії рахують з половини 19 ст. хоча елементарні мірення були відомі багато раніше.

" $\rho$ " Шведські інж. перші вжили магнетів при шуканнях руд.<sup>xx/</sup>

Пізніше то перейшло до П.-Америци, де Smith найтісніше зв'язав магнетометрію з працями геологічними.

x/ Системи магн. теодолітів та магнетометрів див. зош. VI Виміри у геолог. практиці.

xx/ Істор. імена в магнетометрії: Tristedt, Sjongen, Sundholm, Nordenström.

x

x

x

Всі елементи земного магнетизму змінюються як просторово /при зміні місця/ так і часово /протягом певного часу/.

Крім того в місцях, де є ферромагнетичні поклади, змінюються ті елементи, згідно магнетичного поля землі і характеризують присутність там локальних магнетичних аномалій.

Великість таких аномалій /відхилок/ свідчить про великість покладів та, частково, про їх глибину залягання.

Електричні токи, що пробігають землею, теж спричиняють магнет. аномалії, що їх дається певним способом визначити і обміряти. /Див. Бахурін - Из. пр. геоф. - 1925/.

Тектоничні зміни в земній корі, рельєф місцевості та розташування водних мас і др. причини теж сприяють магнетичним аномаліям.

Тому, зрозуміло, що знання геологічної будови місцевості грає важну роль при студіях геомагнетичності.

Застосування магнетометрії в геологічних дослідженнях дало багато цікавих для геології даних /головно при дослід. корисних копалин/.

У нас Криворезький рудний район був досліджений Пасальським /залягання і розповсюдження руд "Fe" показано у його першій з того району, магнетичній мапі/.

На згадуваній вже границі російсько-українській у початку 30-х років н.ст. переведено докладне дослідження відомої в літературі "Курської магнетичної аномалії". Гравітаційні й магнетичні виміри свідчать про великі залягання там високопроцентної залізної руди, присутність якої там геологами раніш не припускалась /Соколов, Нікітін/.

Магнетичні аномалії, як локальні так і регіональні /областні/ на земній кулі дуже розповсюджені.

Зміни елементів земного магнетизму, - часово, відбуваються як за час короткий так і протягом довгих віків. -

Розрізняємо:

1. Зміни моментні /виги. буря/.

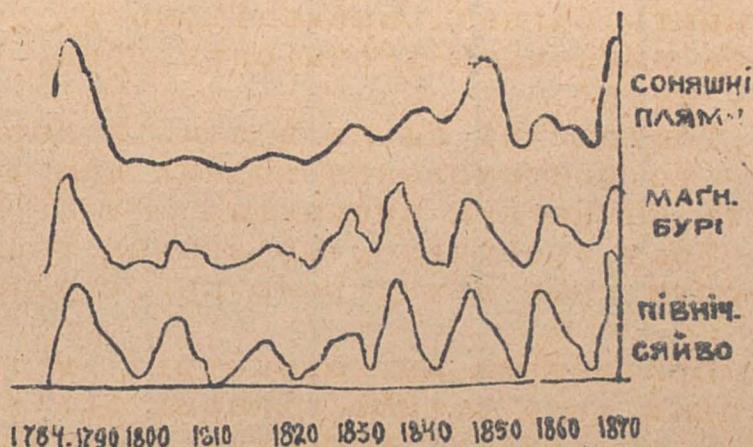
2. Періодичні:            за добу  
                              за рік  
                              за більше років.

3. Імові - яких періодичність за відсутністю даних з історичні часи, не можемо визначити точно зараз.

Протягом часу  $\lambda$  найсильніше змінюється.

1. Зміни моментні льокальні повстають при більших електричних напруженнях та змінах в атмосфері. Ті ж моментні зміни, що зазначаються магнетометрами по цілій землі - називаються магнетичними бурями /Гумбольдт/. Магнетичні бурі приходять часто разом з північними сявами, землетрусами і т.д.

Находять ще часовий і річевий звязок магнет. бур. з появленням т.зв. "соняшних плям".



Мал. 13.

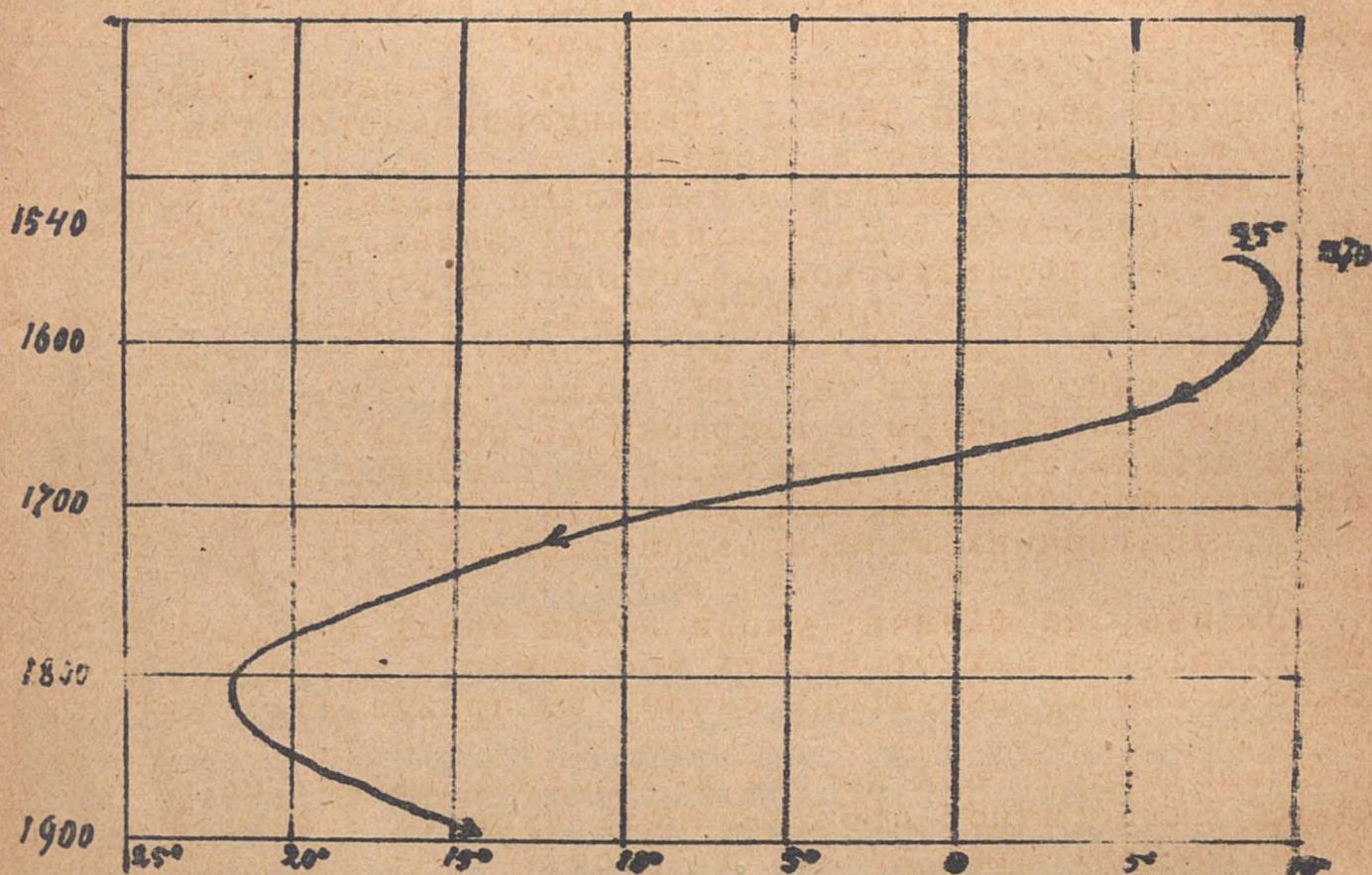
2. Протягом одної доби голка магнетометру показує різні відхилення /у Європі о 8 год. р. - найдалі на "0", а о 2 год. дня найдалі на  $\lambda$ /.

Рікно голка відхиляється /пересічно/ у різні місяці та частини року /в зимі найменше/. Тут, очевидно, виявляється вплив сонця. Зі суми середніх відхилень з частин року визначасмо далі середнє відхилення річне.

Періодичні відхилення також примічені - 11 річні, що приходять майже разом з 11 річ шахішт-ом соняшних плям та магнет. бурями.

Нижчеподаний малюнок/14/ показує зміну  $\delta$  в Парижі від 1540 до 1900 р. до ніби б можна було далі припустити періодичність за час досить великий - 460 - 480 років.

Разом з  $\delta$  міняються також і інші елементи земного магнетизму.



ДЕКЛІНАЦІЯ В ПАРИЖІ 1540-1900 РР.

Мал. 14.

## ПРИЧИНИ МАГНЕТИЧНОСТІ ЗЕМЛІ.

Є багато припущень що-до причин магнетичности землі, одначе точніше визначення їх ще забере багато часу й дослідної праці. Вияснення в цьому напрямку мали би велику вартість як для науки так і для практики використання магнетичности при досліджуваннях землі.

Де міститься джерело магнетизму: в нутрі землі, чи в корі її, чи поза земною кулею?

З малюнку /8/ дістаємо образ про правдоподібну будову нутра землі, а далі, і стан нутроземного теплового /температурного/ відношення.

З досвідів /Тенкіне / знаємо, що залізо у своїй т.зв. "магнетичній проникливості" залежить од  $t^2$  а саме: з нею збільшується до певного ступня магнет. проникливість заліза. При  $775^{\circ} \text{C}$  магн. проникливість заліза рівна - 1100 одиниць пр., одначе далі раптово знижується так, що при  $785^{\circ} \text{C}$  рівна - 1. Ступнене збільшення температура в напрямку до середини землі, дає нам можливість припускати, що на глибинах, із температурою вищою ніж показала досвідна для заліза  $785^{\circ} \text{C}$ , намагнетчені маси, правдоподібно, не можуть існувати.

Можливо, що фізичні умови нутра землі так далеко відмінні, що магнетичність мас можлива й там, але фізично в нашому розумінні слова, це припускати тяжко.

Температура, при котрій у заліза виявляється найбільша магнетичної проникливості була би в земній корі на глибині біля 25-26 км. /Кост./

Там би мала бути сфера мінеральних мас - найбільш магнетичних.

Впливом тієї магнетичности ніби твориться магнетичність земної кулі з її магнетичним полем та індуктивним маг. у сферах високих над землею.

---

Були припущення, що магнетизм залежить од ротації але досвід покищо /Лебедев, Сузерленд/ того не підтвердили.

---

Störmer та Birkeland при студіях впливу сонця на по-  
встання північного сяйва прийшли до загального припу-  
щення, що викидувані сонцем мікрочастинки у світовий  
простір, попадають і в атмосферу землі /найвищі сфе-  
ри/, де в рухах при торканні з останньою сплоджують  
електричність /у найвищій сфері/. Електромагнетичні  
сили тих наелектризованих верстов могли би ніби впли-  
вати на земну кулю /тверду/ у спосіб намагнечування  
її.

### ГЕОЕЛЕКТРИЧНІСТЬ.

Земля, як тіло фізичне, разом зі своїм магнетич-  
ним полем має й поле електричне.

Присутність електричності атмосфери залежить  
од електричності земної кори й космосу.

Геофізичні обсерваторії та інститути заняті  
дослідженням цього найцікавішого явища природи.

Атмосферична електричність досить досліджена.

Констатують електричні точки в атмосфері пря-  
мовісні й поземі. Земна тверда куля заряджена електри-  
чністю характера - , тоді як атмосфера + . Переміщен-  
ня йонів відбувається так, що йони - йдуть до  
гори / йони легкорухомі/, а + в долину /радіяльний  
напрямок/. /Токи догори констатовані, а в долину лише  
припускальні/. Є ще токи конвекційні, що їх причиною  
вважають конвекційні токи повітря; очевидно, вони  
близькі в ширшому розумінні, до напрямку поземного.

Атмосферичні опади теж несуть із собою в русі  
електричні заряди.

Вираховують навіть вплив різних метеорологіч-  
них чинників на токи електричності. Напр., збільшен-  
ня електричності й сили токів твориться при дощевій  
погоді й воно досить велике при бурях /сер. густ. елек-  
тричного току =  $10^5 \frac{C}{cm}$ , тоді як при бурі майже в  
100 разів збільшується./

Йонізують атмосферу в великій мірі радіактивні  
речовини /Ra, Th, Ac/, що обсажені в земній корі - у  
твердах гірних, клястичних матеріалах, ґрунтах і т. д.  
Вимірами підтвердилось, що в окремих місцях уг-  
ливі цих речовин різний /залежно від складу гірних

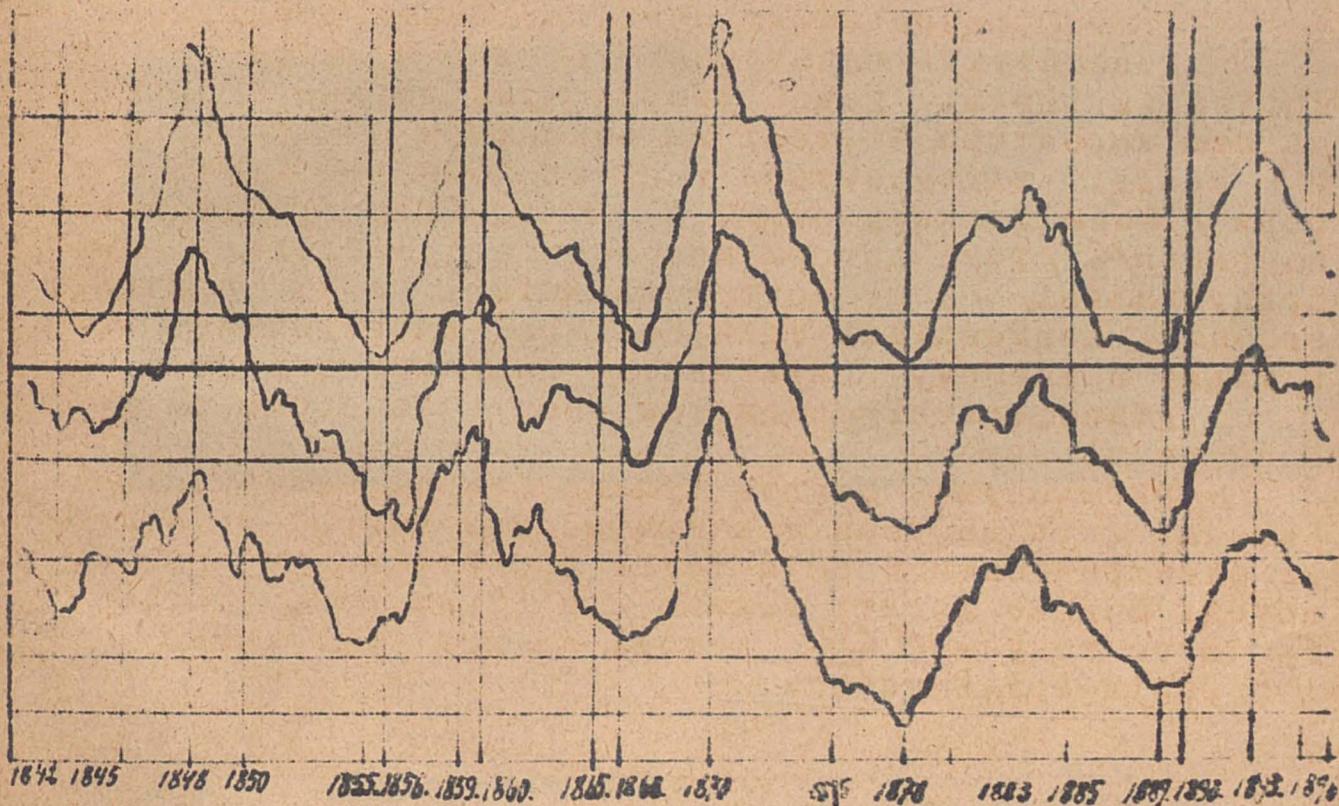
тому місці, над океанами він зовсім незначний.

Вплив радіактивних матеріалів в корі землі на йонізацію атмосфери з певним віддаленням од землі зменшується, але помічено, що поза певною смужкою висоти над поверхнею землі знову зростає. Йонізацію в найзверхніших верствах атмосфери приписують йонізуючому впливові ультрафіялового променя сонця /Несс/. Це припущення цілком згоджується зі згадуваними нами в "магнетизмі" електродинамічними впливами в космосі.

Можливо, що згодом, вплив цих сил на землі можна буде точніше визначити.

Цікавим часовий збіг у появленні природних явищ як - соняшні плями, північні саява, та магнетичні бурі наводить на стежки дослідження причини очевидячки, поза льокальних умов, спільної для всіх цих явищ.

Північні саява відбуваються в полярних країнах - то є свічення "обрію". То проміннясті, то дугтові світляні /баревні/ пасма найінтензивніше постають при магнетичних бурях /мал 15 /.



Мал. 15.

Часто дуги йдуть рівнобіжно до напрямку по-  
денника.

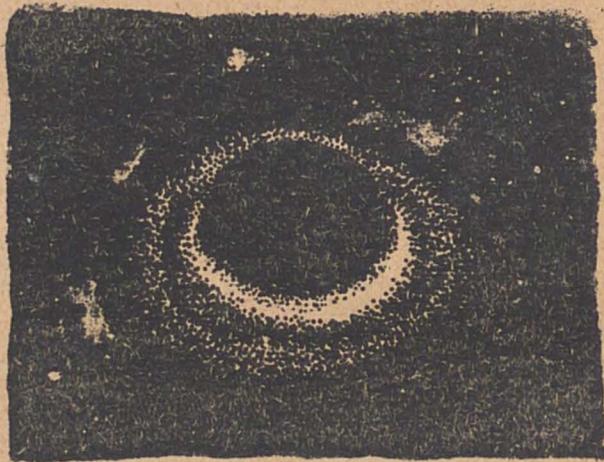
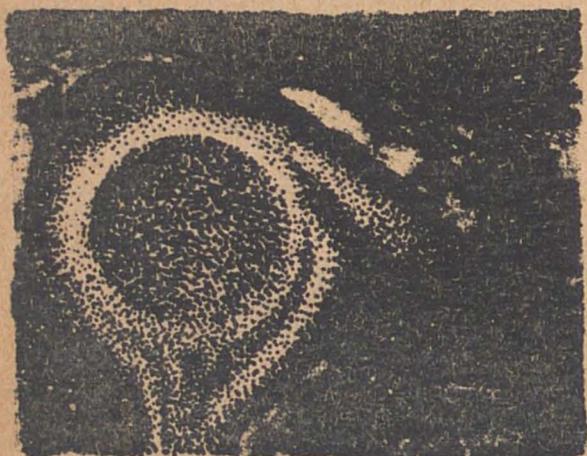
Висота таких оптичних явищ над землею біля 40-  
370 км / Störmer /.

Спектроскопія показала там присутність  $\text{Na}, \text{H}, \text{N}$   
і инш. елемен., яких спектр ще не визначено. Цікаво, що  
експериментально вдалося одержати подібного роду яви-  
ще / як півн. сяво / в лабораторіях.

Birkeland поклав великий електромагнет-куль  
/ Терелла / синеродистим барієм, що світиться під уп-  
ливом катодового проміння й надав кулі ротаційний  
рух. Коли почав діяти електричний ток, то синеродис-  
тий барій не світив по цілій кулі - електромагнетові,  
але оптичні малюнки локалізувались у полярних кін-  
ців. Це є немов демонстрування північного сяйва.

Справді, напрямки промінястого свічення та й инші  
характеристичні риси при детальних дослідженнях опти-  
чних явищ при цьому досвіді, цілком підтверджуються  
фізико-математичними доказами Störmer-а щодо елек-  
тропричини північного сяйва.

/ Störmer свої докази виводив для справжнього  
півн. сяйва, незалежно від досвіду Birkeland-а. Мало  
того, Birkeland досвідним шляхом / з електричністю /  
одержав малюнок спіральних "nebula" / туманностей /.  
/ Ч. 16. /



Мал. 16.

Прав, можливо, Костіцин, коли каже, що ні одна ко-  
смогонічна гіпотеза не буде задовольняюча, оскільки не  
буде рахуватися зі впливом електромагнетичних і магне-  
тичних сил у космосі.

При збільшенні електричності в атмосфері спостерігаються значної сили токи, що пробігають поверхневою частиною земної кори. Бували випадки, коли такі токи перешкоджували праці на телеграфних станціях.

В геології /евентуально у прикладній г./ технічно користується електричністю при дослідженнях природних багатств. х/

---

х/ див.- "Нав. прик. геофізики" т.1, 1925,  
та взагалі літературу приклад. геофізики.

400-500 км  
вглубь поц. слои

вглубь поц. слои

сф. геокоринсия

сфера водня

сфера кисня

троспосфера

литосфера

δ. 200 км

δ. 70 км

5 км 10 км.

Троспосфера

ГІАРОСФЕРА

±0

# Литература.

1. André: Geologie in Tabellen. Berlin, 1922.
2. Arrhenius S.: Lebenslauf der Planeten. Leipzig 1921.
3. Barviř J.: O puvodu vnitrozem. tepla a jeho vyznamu 1923 /seprd./.
4. Бачманович Г.: к. Геофизика. Г. У. 1924.
5. Born H.: Isostasie und Schweremessung, 1923.
6. Broř J.: Několik poznamek k magnetometrii. Hor Věs. 1920.
7. Chamberlin and Salisbury: Geology. v. 4. 1906.
8. Dana J.: Manual of Geology. N.Y. 1895.
9. Daly: The Earth's Crust and its stability. Am. J. SC. 1923.
10. Днові: Визначення землі. Г. У. 1923.
11. Ewing: Contributions to the molekul. theor. of induced magnet. Royal Soc. 1890.
12. Gauss: Allgem. Theor. der Erdmagnetismus.
13. Geikie A.: Textbook of Geology. London, 1903.
14. Günther S.: Handbuch der Geophysik. 9 aufl. Stuttg. 1899.
15. Hayford et Bouwie: Theory of Isostasie a geolog. Problem. B. G. Soc. Am. 1922.
16. Hapkinson: Magnetism. Journal of the Inst. of Elektr. eng. Vol. XIX.
17. Шлем. впуск. геопизика. 1925. I. Лен.
18. Kayser E.: Lehrbuch d. Alg. geol. I 1921. 6. aufl.
19. Klass. d. Naturwiss. Leipzig /red. Eberta H./
20. Klussmann W.: Über das innere der Erde, Gerlands Beitr. zur Geophysik XIV, 1915.
22. Königsberger u. Mühlberg: Ueber Mess. der Geotherm. Tiefenstufe, 1911, Leipzig.
23. Kossmat F.: Medilerranen Kettengebirge. Abh. d. sächs. Akad. 1921.
24. Кошманович: Кр. ма. а. Г. У. 1923.
25. Láská V.: Vybrane kapitoli z Geofysiky, Sb. Čes. Sp. Len. I-6. 1923.
26. Láská V.: Meřeni magnetická. Ban. sv. 1924.
27. Láská V.: Orogenesis a vulkanismus, Č. Akad. Věd. 1926 / sb. Přírodov. /
28. Láská V.: Kosmická fys. a math. zeněp. 1923 / Litogr. př. /
29. Лазарев: Кр. ма. а. в. Г. У. 1923.
30. Meyer St.: Neuere Ergebnisse der radiaktiven forsch. Naturwiss. Kettn. 58.
31. Nernst W.: Das Weltgebäude im Lichte der neueren forschung, Berlin, 1921.

32. Nernst W. Grundlagen des neuen Wärmesatzes. 1918.
  33. v. Pirsson L.: A texbook of Geology. Part. I., Physikal Geol. N 4, 1920.
  34. Pringsheim: Physik der Sonne. 1910, Leipzig, Teubner.
  35. Reyer E.: Theoretische geologie. Stuttgart, 1888.
  36. Rudzki: Physik der Erde. Leipzig. 1911.
  37. Rudzki: Teoria fizycznego stanu kuli ziem. 1906. W.
  38. Sandberg: Geodynamische Probleme, 1924
  39. Rutherford E.: Rad. Substanzen und ihre Stralungen. 1913. I-II Bd.
  40. Salomon: Grundzüge d. Geologie I. Stutt. 1924.
  41. Stille W. Tekton. Evolution und Revolution. in der Erdrinde, 1913
  42. Suess E.: Das Antlitz der Erde, I-III W. Leipzig 1886-1909.
  43. Smoluchowski: Bull. d. l' Akad. des S. de Crakovie, 1909 /
  44. Tiene H.: Temperatur und Zustand d. Erdinnern. Jena. 1907.
  45. Ulrich P.: Markscheidenkunde. 1901
  46. Washington: Isostasy and Rock Density. Bull Geolog. Soc. Am. 1922.
  47. Williamson-Adams: Density Distribution in the Earth. Jour Wash Ak. Sei. 1923
  48. Wiechert E.: Der Aether im Weltbild d. Physik, Berlin 1921.
  49. Wiechert E.: Die Erdbeben-forsch. ihre Hilfsmittel und Resultate für d. Geophysik. Leipzig, 1908.
  50. Wegemann G.: Grundzüge d. mathematischen Erdkunde. 1926, Borntraeger.
  51. Stiny: Techn. geol. 1922
-

Головніші помилки друку.

Стор.	рядок	Є	треба
1	17 зверху	аналіза явищ, деталън	опустити протинку після "явищ . . ."
7	5 "	але що в цьому . . .	але ще в цьому напрямку.
"	7 знизу	в дужках опущено /проти ротації/	
8	4 зверху	найти для цього певну	Найти у цьому певну
"	13 "	$g_f = 9.7805 \pm 0.0519$	$g_f = 9.7805 \pm 0.0519$ <i>sin 2φ</i>
11	8 знизу	доказув, що . . .	доказував, що . . .
12	6 зверху	каже <i>Laska ani</i> . . .	каже <i>Laska /25/-ani</i> . . .
15	19 і 20 зверху	правого, -лівого	лівого, - правого
16	3 зверху	тягар тої маси, знову . . .	тягар тої маси, знову . . .
19	5 зверху	на 1°С	/на 1°С/
26	5 "	<i>Li</i> =напрямок . . .	<i>Li</i> = напрямок . . .

На сторінці 9-й після рядка 6/7 *R*/вир з *Bong*. фор. поставити закінчуючу риску.

На сторінці 44 на малюнку треба СФЕРА АЗОТУ зам СФЕРА КИСНЯ



M 354

787