

ATMOSFÄÄRI LÄBIPAISTVUSE KARAKTERISTIKUTE RATSIONAALSEST VALIKUST

H. Mürk

Astronoomia ja geofüüsika kateeder

Sissejuhatus

Aktinomeetrias ja selle naaberaladel kasutatakse atmosfääri läbipaistvuse iseloomustamiseks mitmesuguseid läbipaistvuse karakteristikuid. Tingituna kiirguse selektiivsest nõrgenemisest maa atmosfääris omavad karakteristikud virtuaalset käiku, s. t. atmosfääri sama läbipaistvuse puhul sõltuvad karakteristikud mõningal määral massiarvust. Kuni pole küllalt uuritud karakteristikute sõltuvust massiarvust m , jääb atmosfääri läbipaistvuse iseloomustamine nende abil ebamääraseks.

Senini on küll uuritud Bouguer' läbipaistvuse koefitsiendi p sõltuvust m -ist ja tuletatud ulatusliku mõõtmismaterjali baasil empiirilisi valemeid p taandamiseks ühelt massiarvult teisele, eriti massiarvule $m = 1$; teiste karakteristikute kohta on sellelaadseid uurimusi vähe või koguni puuduvad. Š. M. Tšhaidze [1] arvamuse järgi on selle põhjuseks asjaolu, et p saab lihtsalt määrata ja ta omab füüsikalist tähendust. Tuleb aga märkida, et mõned teised karakteristikud on samuti lihtsalt määratavad ja omavad füüsikalist sisu, kuid neid kasutatakse siiski aktinomeetrias vähe.

Põhjuseks on see, et seni on erialases kirjanduses vähe tähelepanu pööratud karakteristikute ratsionaalsuse oluliste kriteeriumide väljatöötamisele ja nende alusel karakteristikute ratsionaalse valiku küsimusele. Seepärast seatakse käesoleva töö eesmärgiks:

- 1) püstitada läbipaistvuse karakteristikute ratsionaalsuse olulised kriteeriumid;
- 2) hinnata nende järgi tähtsamaid läbipaistvuse karakteristikuid, teiste hulgas ka uusi karakteristikuid B ja τ ;
- 3) teha mõningaid praktilisi järeldusi ja ettepanekuid läbipaistvuse karakteristikute kohta.

1. Atmosfääri läbipaistvuse karakteristikute ratsionaalsuse kriteeriumid

Et kiirguse selektiivsest nõrgenemisest tingituna sõltuvad karakteristikud mõningal määral massiarvust, siis käesolevas töös mõistetakse karakteristikute ratsionaalsuse all seda, kui suurel määral vaadeldav karakteristik iseloomustab atmosfääri läbipaistvust ning millisel määral see sõltub massiarvust.

Kuigi p kohta S. M. Tšhaidze poolt mainitud eelised — määramise lihtsus ja füüsikaline sisu — on tähtsad nõuded ka teiste karakteristikute suhtes, pole need veel olulised nõuded, mille järgi võiks teostada karakteristikute hindamist. Läbipaistvuse karakteristikute ratsionaalsuse olulised kriteeriumid peaksid olema väljendatud nende tegurite kaudu, mis määravad karakteristiku väärtuse. Sellisteks teguriteks on atmosfääri läbipaistvus ja massiarv. Karakteristik on seda otstarbekam, mida rohkem see muutub läbipaistvuse ja mida vähem — massiarvu muutumisega. Atmosfääri läbipaistvus muutub kiirgust nõrgendava substantsi (veeaur, tolm jm.) hulga muutumisega, mille kindlaksmääramine kogu atmosfääri ulatuses otseste mõõtmiste teel on praegu seotud suurte raskustega. Seepärast tuleb loobuda atmosfääri läbipaistvuse määramisest kiirgust nõrgendava substantsi hulga kaudu ja leida teisi meetodeid. Praktika seisukohast on sobiv määrata atmosfääri läbipaistvust selliste suuruste kaudu, mis muutuvad kiirgust nõrgendava substantsi hulga muutumisega ja on seejuures määratavad maa peal teostatud mõõtmiste kaudu. Üheks selliseks suuruseks on otsese kiirguse intensiivsus konstantse m puhul. Seepärast võib vaadeldava karakteristiku muutust läbipaistvuse suhtes asendada sama karakteristiku muutusega intensiivsuse suhtes. Läbipaistvuse mingi karakteristiku π muutust intensiivsuse S järgi iseloomustab avaldis $\frac{\partial \pi}{\partial S}$. Tuleb tähendada, et $\frac{\partial \pi}{\partial S}$ ei ole siiski otstarbekohane suurus karakteristikute võrdlemisel tundlikkuse järgi S suhtes järgmistel kaalutlustel:

- 1) Et konstantsete S ja m väärtuste puhul on mõnedel karakteristikutel $\left| \frac{\partial \pi}{\partial S} \right|$ suurem kui teistel, siis sellest ei järgne veel paratamatult, et suurema arvulise väärtusega karakteristik muutuks konstantse massiarvu puhul relatiivselt rohkem ja oleks seega teistest tundlikum karakteristik.
- 2) Lugeses karakteristiku π tundlikkuse mõõduks avaldist $\frac{\partial \pi}{\partial S}$, võiks defineerida iga karakteristiku π kaudu uut karakteristikut Π , mille $\frac{\partial \Pi}{\partial S}$ oleks ükskõik milline meelevaldne arv. Tõepoolest, defineerides $\Pi = c\pi$, kus c on S -ist sõltumatu suurus, saame $\frac{\partial \Pi}{\partial S} : \frac{\partial \pi}{\partial S} = c$.

Nimetatud puuduste vältimiseks defineeritakse läbipaistvuse karakteristiku π tundlikkusena S suhtes avaldis $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S}$, mis näitab vaadeldava karakteristiku muutumise kiirust S suhtes, arvestatuna läbipaistvuse karakteristiku ühe ühiku kohta. Nimetame avaldist $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S}$ karakteristiku π tundlikkuseks S suhtes. Viimane ongi üks olulistest ratsionaalsuse kriteeriumidest ja nimelt — mida suurem on $\left| \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} \right|$ seda ratsionaalsem on karakteristik.

Karakteristiku teiseks oluliseks kriteeriumiks on tundlikkus m suhtes. Analoogiliselt eelmisega defineeritakse karakteristiku π tundlikkusena m suhtes avaldis $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m}$, mis näitab karakteristiku muutumise kiirust m järgi, arvestatuna läbipaistvuse karakteristiku ühe ühiku kohta. Mida väiksem on $\left| \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} \right|$, seda paremaks tuleb lugeda karakteristikut.

Praktilise rakendamise seisukohalt on tähtis kolmas nõue: karakteristik olgu väikese ajakuluga arvutatav. Kui karakteristiku arvutamise eeskiri ei peaks olema lihtne, saab arvutamise hõlbustamiseks konstrueerida spetsiaalseid arvutusvahendeid, nagu lüka- teid, nomogramme.

Neljanda kriteeriumina võiks nimetada nõuet, et vaadeldav karakteristik omaks füüsikalist sisu.

Kokku võttes eespool käsitletut võib püstitada läbipaistvuse karakteristikute kohta järgmised ratsionaalsuse kriteeriumid:

- 1) karakteristiku suur tundlikkus S suhtes, mida iseloomustab avaldise $\left| \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} \right|$ väärtus;
- 2) karakteristiku väike tundlikkus m suhtes, mida iseloomustab avaldise $\left| \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} \right|$ väärtus;
- 3) arvutamise lihtsus;
- 4) nõue, et karakteristik omaks füüsikalist sisu.

Nendest kaks esimest kriteeriumi, mis on olulised, saab avaldada ühe kriteeriumina, nn. karakteristiku ratsionaalsuse koefitsiendina, mida käsitletakse hiljem.

2. Läbipaistvuse karakteristikute tundlikkus intensiivsuse suhtes

Läbipaistvuse karakteristiku tundlikkuse määramiseks S suhtes on tarvis avaldada vaadeldav karakteristik S funktsioonina. Selleks tuleb ilmutada vaadeldav karakteristik vastavalt otsese kiirguse intensiivsuse valemist, mis sisaldab seda karakteristikut. Tulemused on esitatud tabeli nr. 1 teises veerus. Nagu neist valemeist nähtub, sisaldavad nad peale S veel suurusi m , q_m , $f(m)$, M ja p_M ,

mis ei sõltu S -ist. Nimetatud suuruste tähendused on: m — massiarv, q_m — ideaalse atmosfääri läbipaistvuse koefitsient massiarvu m puhul, $f(m) = \left(1 + \frac{m}{2}\right)^{\frac{1}{3}}$ — Koziki valemis esinev m funktsioon, M ja p_M — konstandid, mille tähendus selgitatakse allpool.

Kui Bouguer' läbipaistvuse koefitsiendi p , Linke sumedusteguri T , Kastrovi läbipaistvuse koefitsiendi c , Tverskoi sumedusteguri q ja Koziki läbipaistvuse karakteristiku β avaldamine vastavast valemist on lihtne, siis mõnevõrra selgitust vajab B leidmine valemist

$$S = S_0 p_1^m m^{Bm}, \quad (1)$$

mis sisaldab kaht läbipaistvuse karakteristikut p_1 ja B [2].

Toetudes Tšhaidze [1] ja Sivkovi [3] poolt läbitöötatud otsese kiirguse intensiivsuse andmeile selgub, et sama läbipaistvuse puhul on B praktiliselt m -ist sõltumatu. Kujutades erineva läbipaistvusega atmosfääri iso- B jooned $\log m$ - $\log p$ teljestikus, selgub, et iso- B jooned on sirged, mis lõikuvad samas punktis koordinaatidega $\log M = 1,848$ ja $\log p_M = -0,009$, kus M on lõikepunktile vastav massiarv ja p_M — läbipaistvuse koefitsient.

Silmas pidades Bouguer' valemist ja valemist (1) saame

$$p_m = p_1 m^B, \quad (2)$$

millest

$$p_1 = p_m m^{-B} \quad (3)$$

Et iso- B jooned lõikuvad punktis $(M; p_M)$ — siis

$$p_1 = p_M M^{-B} \quad (4)$$

Valemite (1) ja (4) alusel saab kirjutada

$$B = \frac{\log S - \log S_0 - m \log p_M}{m (\log m - \log M)} \quad (5)$$

Et läbipaistvuse karakteristik τ on defineeritud valemiga

$$\tau = \frac{B}{B^*}, \quad (6)$$

kus $B^* = 0,0188$ on ideaalsele atmosfäärile vastav B , siis

$$\tau = \frac{\log S - \log S_0 - m \log p_M}{B^* m (\log m - \log M)} \quad (7)$$

Teades karakteristikute sõltuvust S -ist, on juba lihtne leida $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S}$; tulemused on esitatud tabeli nr. 1 kolmandas veerus.

Parema ülevaate saamiseks on nende valemite alusel arvutatud karakteristikute p , T , q , c , β , B ja τ tundlikkused S suhtes; tulemu-

Tabel nr. 1

Läbipaistvuse karakteristikute tundlikkuse valemid intensiivsuse suhtes

Karakteristiku nimetus	Karakteristiku sõltuvus S -ist: $\pi(S)$	Karakteristiku tundlikkuse valem S suhtes: $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S}$
p Bouguer' läbipaistvuse koefitsient	$p = \left(\frac{S}{S_0}\right)^{\frac{1}{m}}$	$\frac{1}{p} \frac{\partial p}{\partial S} = \frac{1}{mS}$
T Linke sumedus-tegur	$T = \frac{1}{m \log q_m} \log \frac{S}{S_0}$	$\frac{1}{T} \frac{\partial T}{\partial S} = \frac{0.4343}{S \log \frac{S}{S_0}}$
q Tverskoi sumedus-tegur	$q = \frac{1}{q_m} \left(\frac{S}{S_0}\right)^{\frac{1}{m}}$	$\frac{1}{q} \frac{\partial q}{\partial S} = \frac{1}{mS}$
c Kastrovi läbipaistvuse koefitsient	$c = \frac{1}{m} \left(\frac{S_0}{S} - 1\right)$	$\frac{1}{c} \frac{\partial c}{\partial S} = -\frac{S_0}{S(S_0 - S)}$
β Koziki läbipaistvuse karakteristik	$\beta = \frac{1}{m} [\log S_0 - \log S + \log f(m)]$	$\frac{1}{\beta} \frac{\partial \beta}{\partial S} = -\frac{0.4343}{S \left[\log \frac{S}{S_0} + \log f(m) \right]}$
B	$B = \frac{\log S - \log S_0 - m \log p_M}{m (\log m - \log M)}$	$\frac{1}{B} \frac{\partial B}{\partial S} = \frac{0.4343}{S (\log S - \log S_0 - m \log p_M)}$
τ	$\tau = \frac{B}{B^*} = \frac{\log S - \log S_0 - m \log p_M}{B^* m (\log m - \log M)}$	$\frac{1}{\tau} \frac{\partial \tau}{\partial S} = \frac{1}{B} \frac{\partial B}{\partial S} = \frac{0.4343}{S (\log S - \log S_0 - m \log p_M)}$

sed on esitatud graafikutel nr. 1–5 vastavate karakteristikute tundlikkuse isopleetidena S suhtes. Arvutamisel on S väärtused määratud valemi (1) abil, mis on väga heas kooskõlas Tšhaidze [1] ja heas kooskõlas Sivkovi [3] andmetega otsese kiirguse intensiivsuse kohta.

Arvutamise tulemused näitavad, et $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} \cong 0$. Kuna $\pi > 0$, siis karakteristikud, mille $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} > 0$, kasvavad ja karakteristikud, mille $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} < 0$, kahanevad S suurenemisel. Et konstantse m puhul S suurenemisega läbipaistvus kasvab ja sumedus väheneb, siis võib

Läbipaistvuse karakteristikute iseloomustus tundlikkuse järgi S suhtes

Karakteristiku nimetus	Karakteristiku liik	Karakteristiku varieerumise intervall	Karakteristiku kvalitatiivne hinnang
Bouguer' läbipaistvuse koefitsient p	läbipaistvuse karakteristik	0,169—0,960	tuim
Linke sumedustegur T	sumeduse karakteristik	1,45—3,18	keskmise, osalt suure tundlikkusega
Tverskoi sumedustegur ϱ	läbipaistvuse karakteristik	0,169—0,960	tuim
Kastrovi koefitsient c	sumeduse karakteristik	2,13—6,99	suure tundlikkusega
Koziki läbipaistvuse karakteristik β	sumeduse karakteristik	0,92—2,12	keskmise tundlikkusega
B	sumeduse karakteristik	1,510—3,531	keskmise ja osalt suure tundlikkusega
τ	sumeduse karakteristik	1,510—3,531	keskmise ja osalt suure tundlikkusega

nimetada neid karakteristikuid, mille $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} > 0$, läbipaistvuse karakteristikuteks ja teisi, mille $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} < 0$, sumeduse karakteristikuteks.

Vaadeldes ainult $\left| \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} \right|$ võime karakteristikud tingimisi liigitada 3 rühma:

- 1) tuimad karakteristikud, mille $\left| \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} \right| < 1$;
- 2) keskmise tundlikkusega karakteristikud, mille

$$1 \leq \left| \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} \right| < 2;$$

3) tundlikud karakteristikud, mille $\left| \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} \right| \geq 2$.

Käsitletud karakteristikute lühike iseloomustus tundlikkuse järgi S suhtes on toodud tabelis nr. 2.

Esitatud andmete alusel võib järjestada karakteristikuid tundlikkuse kahanemise järgi S suhtes järgmiselt:

- 1) Kastrovi läbipaistvuse koefitsient c ,
- 2) karakteristikud B ja τ ,
- 3) Linke sumedustegur T ,
- 4) Koziki läbipaistvuse karakteristik β ,
- 5) Bouguer' läbipaistvuse koefitsient p ja Tverskoi sumedustegur ϱ .

3. Läbipaistvuse karakteristikute sõltuvus massiarvust

Läbipaistvuse karakteristikute tundlikkuse määramiseks m -i suhtes on tarvis need avaldada m -i funktsioonidena. See ülesanne on lihtne, kui oleks selline otsese kiirguse intensiivsuse valem, milles muutumatu läbipaistvuse puhul S sõltuks otseselt m -ist ja seejuures ei sisaldaks m -ist sõltuvaid parameetreid. Kui vaadelda otsese kiirguse intensiivsuse valemeid sellelt seisukohalt, selgub, et ainsaks valemiks, mis rahuldab nimetatud nõuet, on valem (1). Olgu tähendatud, et selle eelised, võrreldes intensiivsuse teiste valemitega, on järgmised:

- 1) on tegelikult mõõdetud intensiivsusega paremas kooskõlas kui teised valemid;
- 2) läbipaistvuse karakteristik B on praktiliselt m -ist sõltumatu;
- 3) atmosfääri muutumatu läbipaistvuse puhul on p_1 ja B teineteisega valemi (4) kaudu üheselt seotud.

Kasutades otsese kiirguse intensiivsuse valemit, mis sisaldab vaadeldavat karakteristikut ja valemit (1), saame avaldada karakteristikut m funktsioonina. Selleks on tarvis vastavas intensiivsuse valemis S asendada valemi (1) kaudu määratud intensiivsusega ja see lahendada vaadeldava karakteristikut suhtes. Mis puutub läbipaistvuse karakteristikutesse B ja τ , siis need sõltuvad niivõrd vähe m -ist, et neid võib lugeda praktiliselt konstantseteks:

$$\left. \begin{aligned} B(m) &= \text{const.} \\ \tau(m) &= \text{const.} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Tulemused on esitatud pärast lihtsaid teisendusi tabeli nr. 3 teises veerus. Neid valemiteid on kontrollitud Tšhaidze ja Sivkovi poolt kriitiliselt läbitöötatud intensiivsuste andmetega sama läbipaistvuse puhul ja leitud, et tabelis nr. 3 toodud valemid on heas kooskõlas tegelikkusega. Selle tõenduseks esitame tabelis nr. 4 Tšhaidze ja tabelis nr. 5 Sivkovi poolt mõõtmistest määratud ja valemi (2) järgi arvutatud läbipaistvuse koefitsiendi vahed Δp . Tabelist nr. 5 nähtub, et sõltumata atmosfääri läbipaistvusest on

Läbipaistvuse karakteristikute tundlikkuse valemid massiarvu suhtes

Karakteristiku nimetus	Karakteristiku sõltuvus m -ist: $\pi(m)$	Karakteristiku tundlikkuse valem m suhtes: $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m}$
p Bouguer' läbipaistvuse koefitsient	$p = p_1 m^B$	$\frac{1}{p} \frac{\partial p}{\partial m} = \frac{B}{m}$
T Linke sumedustegur	$T = \frac{\log p_1 + B \log m}{\log q_1 + B^* \log m}$	$\frac{1}{T} \frac{\partial T}{\partial m} = \frac{0.4343}{m} \frac{B \log q_1 - B^* \log p_1}{(\log q_1 + B^* \log m)(\log p_1 + B \log m)}$
ϱ Tverskoi sumedustegur	$\varrho = \varrho_1 m^{B-B^*}$	$\frac{1}{\varrho} \frac{\partial \varrho}{\partial m} = \frac{B-B^*}{m}$
c Kastrovi läbipaistvuse koefitsient	$c = \frac{1}{m} \left(\frac{1}{p_1^m m^{Bm}} - 1 \right)$	$\frac{1}{c} \frac{\partial c}{\partial m} = \frac{\frac{1}{m} \frac{S}{S_0} - \left[\ln p_1 + B(\ln m + 1) + \frac{1}{m} \right]}{1 - \frac{S}{S_0}}$
β Koziki läbipaistvuse karakteristik	$\beta = \frac{1}{m} \log \frac{\left(1 + \frac{m}{2}\right)^{\frac{1}{3}}}{p_1^m m^{Bm}}$	$\frac{1}{\beta} \frac{\partial \beta}{\partial m} = \frac{0.4343 \left[\frac{1}{3(2+m)} - \left\{ \frac{2.3026 \log \left(1 + \frac{m}{2}\right)}{3m} + B \right\} \right]}{\frac{1}{3} \log \left(1 + \frac{m}{2}\right) - \log \frac{S}{S_0}}$
B	$B(m) = \text{const}$	$\frac{1}{B} \frac{\partial B}{\partial m} = 0$
τ	$\tau(m) = \text{const}$	$\frac{1}{\tau} \frac{\partial \tau}{\partial m} = 0$

Δp väärtused $m = 1$ puhul süstemaatiliselt suuremad. Selle põhjuseks on asjaolu, et Sivkov on määranud p_1 väärtused interpolatsiooni teel leitud S_1 väärtuste kaudu. Viimane aga sõltub interpolatsiooni meetodist ja lähteandmeist. Et Sivkovi määratud p_1 väärtused on liialdatult suured, kinnitavad järgmised faktid:

- 1) Tšhaidze poolt vahetult mõõtmiste järgi määratud p_1 väärtused on täielikus kooskõlas valemiga (2) kaudu arvatud p_1 väärtustega (vt. tabel nr. 4);
- 2) tabelist nr. 5 nähtub, et need p väärtused, mis on määratud

Tabel nr. 4

Tšhaidze andmete ja valemi (2) järgi määratud läbipaistvuse koefitsientide vahed ($\Delta p = p_{Tš.} - p_{val.}$)

$P_2 \backslash m$	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0.831	-0,001	0,001	0,000	-0,001	-0,001	0,001	0,000
0.804	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
0.779	0,000	0,000	-0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
0.753	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,001	-0,001	0,001

Tabel nr. 5

Sivkovi (8 akt. jaama) andmete ja valemi (2) järgi määratud läbipaistvuse koefitsientide vahed ($\Delta p = p_{Siv.} - p_{val.}$)

p_2	m						
	1	1,5	2	3	4	5	8
0,60	+0,008	-0,003	-0,005	+0,005	+0,004	-0,001	-0,001
0,65	+0,012	+0,002	-0,003	0,000	+0,002	-0,001	-0,004
0,70	+0,008	-0,002	-0,003	0,000	+0,002	-0,001	-0,002
0,75	+0,006	-0,003	-0,001	0,000	+0,002	+0,001	-0,001
0,80	+0,006	-0,002	0,000	-0,001	+0,003	-0,001	-0,001
0,85	+0,007	-0,003	-0,001	+0,001	+0,001	-0,001	-0,001

mõõtmistest saadud S kaudu ($m \geq 1,5$), ei erine valemi (2) abil arvatud p väärtustest mitte rohkem kui $\pm 0,005$ võrra; seevastu aga Sivkovi poolt leitud p_1 väärtused on valemi (2) kaudu arvatud p_1 väärtustest süstemaatiliselt vähemalt $+0,006$ võrra suuremad.

- 3) P. N. Tverskoi meetodil massiarvule $m = 1$ taandatud p_1 väärtused hea läbipaistvusega atmosfääri puhul ühtivad valemi (2) järgi taandatud p_1 väärtustega; erinevus on $\pm 0,001$.
- 4) V. G. Kastrovi poolt ideaalse atmosfääri jaoks tuletatud läbipaistvuse koefitsiendi taandusvalem

$$q_m = q_1 m^{0,018} \quad (9)$$

on analoogiline valemiga (2); erinevus seisneb selles, et valemis (2) on astmenäitaja täpsem $-0,0188$.

4. Läbipaistvuse karakteristikute tundlikkus massiarvu suhtes

Kasutades tabelis nr. 3 toodud valemeid, mis väljendavad läbipaistvuse karakteristikute sõltuvust m -ist sama läbipaistvuse puhul,

on juba lihtne leida avaldist $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m}$ Karakteristikute tundlikkuse valemid m suhtes on esitatud sama tabeli viimases veerus.

Parema ülevaate saamiseks on nimetatud valemite järgi arvutatud $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m}$ arvulised väärtused massiarvude $m = 1-8$ ja läbipaistvuse $p_2 = 0,60-0,85$ jaoks, kusjuures kasutati samu S väärtusi, mida kasutati $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S}$ arvutamisel. Tulemused on kujutatud graafikutel nr. 6—10 vastavate karakteristikute tundlikkuse isopleetidena.

Esitatud andmed võimaldavad teha mõningaid järeldusi ja piiritleda tarvilikke mõisteid karakteristikute iseloomustamisel tundlikkuse järgi m suhtes. Need on:

- 1) Karakteristikute tundlikkus m suhtes sõltub atmosfääri läbipaistvusest ja päikese kõrgusest. Ainult Kastrovi läbipaistvuse koefitsient c teatud massiarvu ja läbipaistvuse puhul ning uued karakteristikud B ja τ ei sõltu massiarvust.
- 2) Karakteristiku tundlikkus m suhtes võib olla positiivne, negatiivne ja null. Esimesel juhul karakteristik kasvab, teisel — kahaneb ja kolmandal — jääb konstantseks massiarvu kasvamisel sama läbipaistvuse puhul. Vastavalt sellele võib karakteristikuid liigitada tundlikkuse järgi m suhtes järgmiselt:

a) kasvavad karakteristikud, mille $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} > 0$;

b) konstantsed „ „ $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} = 0$;

c) kahanevad „ „ $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} < 0$;

d) vahelduvad „ „ $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m}$ märk vaheldub.

3) Tundlikkuse absoluutse väärtuse järgi m suhtes võib karakteristikuid liigitada järgmiselt:

a) m suhtes tundlikud karakteristikud, mille $\left| \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} \right| \geq 0,1$;

b) m suhtes keskmise tundlikkusega karakteristikud, mille $0,01 \leq \left| \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} \right| < 0,1$;

c) m suhtes tuimad karakteristikud, mille $\left| \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} \right| \leq 0,01$.

Esitatud tundlikkuse piirid on meelevaldsed ja loodud seepärast, et täita lünka sel alal.

Lühike ja ülevaatic iseloomustus käsitletud karakteristikute tundlikkuse kohta m suhtes on esitatud tabelis nr. 6.

Tabelis toodud kvalitatiivne hinnang karakteristikute tundlikkuse kohta m suhtes on antud tundlikkuse järgi, mida omab vastav karakteristik keskmise läbipaistvuse $p_2 = 0,75$ ja $m = 2$ puhul.

Ülevaade läbipaistvuse karakteristikute tundlikkuse kohta m suhtes.

Karakteristik	Karakteristiku liik	$\left \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} \right $ varieerumise intervall	Karakteristiku kvalitatiivne hinnang
p	kasvav	0,005—0,135	keskmine
T	kahanev	0,008—0,038	keskmine
ϱ	kasvav	0,003—0,144	keskmine
c	vahelduv	0,000—0,124	tuum
β	kahanev	0,052—0,217	tundlik
B	konstantne	—	m -ist sõltumatu
τ	konstantne	—	m -ist sõltumatu

Lähtudes esitatud andmetest saame käsitletud karakteristikuid järjestada tundlikkuse kasvamise järgi m suhtes järgmiselt:

- 1) karakteristikud B ja τ ,
- 2) Kastrovi läbipaistvuse koefitsient c ,
- 3) Linke sumedustegur T ,
- 4) Tverskoi sumedustegur ϱ ,
- 5) Bouguer' läbipaistvuse koefitsient p ,
- 6) Koziki läbipaistvuse karakteristik β .

5. Atmosfääri läbipaistvuse karakteristikute ratsionaalsest valikust

Eespool käsitleti läbipaistvuse karakteristikute tundlikkust S ja m suhtes. On loomulik lugeda karakteristikut seda ratsionaalsemaks, mida suurem on tema tundlikkus S suhtes ja mida väiksem m suhtes. Kui aga võrrelda karakteristikute järjestust kahaneva tundlikkuse järgi S suhtes ja kasvava tundlikkuse järgi m suhtes, selgub, et need erinevad teineteisest.

Et hinnata läbipaistvuse karakteristikuid mõlemate tundlikkuste S ja m järgi korraga, on defineeritud uue suurusena nn. läbipaistvuse karakteristikute ratsionaalsuse koefitsient r_{π} järgmiselt:

$$r_{\pi} = \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} : \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} \quad (10)$$

Sellest valemist nähtub, et ratsionaalsuse koefitsient r_{π} näitab, mitu korda ületab karakteristikute tundlikkus S suhtes sama karakteristikute tundlikkuse m suhtes.

On arusaadav, et mida suurem on r_{π} , seda ratsionaalsem on vaadeldav karakteristik.

Olenevalt $\frac{\partial \pi}{\partial S}$ ja $\frac{\partial \pi}{\partial m}$ märkidest on:

- 1) $r_\pi > 0$, kui $\frac{\partial \pi}{\partial S}$ ja $\frac{\partial \pi}{\partial m}$ on sama märgiga, ja
- 2) $r_\pi < 0$, kui $\frac{\partial \pi}{\partial S}$ ja $\frac{\partial \pi}{\partial m}$ on erinevate märkidega.

Läbipaistvuse karakteristikute ratsionaalsuse kvalitatiivsel hindamisel nimetatakse karakteristikut kokkuleppeliselt:

- 1) halvaks, kui $|r_\pi| < 10$;
- 2) keskmiseks, kui $10 \leq |r_\pi| < 100$;
- 3) heaks, kui $100 \leq |r_\pi| < 1000$;
- 4) väga heaks, kui $|r_\pi| \geq 1000$.

Lähtudes r_π definitsioonist ja karakteristikute tundlikkuse valemite (tabelites nr. 1 ja 3) ning valemite (1) ja (2), saab tuledata karakteristikute p , T , ϱ , c ja β ratsionaalsuse koefitsientide valemid.

Tulemused on esitatud tabelis nr. 7.

Tabel nr. 7

Läbipaistvuse karakteristikute ratsionaalsuse koefitsientide valemid

Karakteristiku nimetus	Ratsionaalsuse koefitsientide valemid: r_π
p Bouguer' läbipaistvuse koefitsient	$r_p = \frac{1}{BS}$
T Linke sumedustegur	$r_T = \frac{\log q_m}{S(B \log q_1 - B^* \log p_1)}$
ϱ Tverskoi sumedustegur	$r_\varrho = \frac{1}{(B - B^*)S}$
c Kastrovi läbipaistvuse koefitsient	$r_c = \frac{m}{S} \frac{1}{\ln \frac{S}{S_0} + Bm + 1 - \frac{S}{S_0}}$
β Koziki läbipaistvuse karakteristik	$r_\beta = \frac{1}{S \left[B + \frac{\ln \left(1 + \frac{m}{2} \right)}{3m} - \frac{1}{3(2+m)} \right]}$
B	$r_B \rightarrow \infty$
τ	$r_\tau \rightarrow \infty$

Nende valemite järgi on arvutatud r_p , r_T , r_ρ , r_c ja r_β väärtused massiarvude $m = 1; 1,5; 2; 3; 4; 5; 6; 7$ ja 8 ning läbipaistvuse $p_2 = 0,60; 0,65; 0,70; 0,75; 0,80$ ja $0,85$ jaoks ning esitatud graafikutel nr. 11—15 ratsionaalsuse koefitsientide isopleetidena. Arvutused on läbi viidud samade S_m väärtuste järgi, mida kasutati eespool koefitsientide tundlikkuste arvutamisel S ja m suhtes.

Esitatud andmeist nähtub, et karakteristikute ratsionaalsuse koefitsient sõltub atmosfääri läbipaistvusest ja massiarvust. Et see sõltuvus on igal läbipaistvuse karakteristikul omapärane, siis isoleerime kasutatavaid karakteristikuid üksikult.

1) Bouguer' läbipaistvuse koefitsiendi p ratsionaalsuse koefitsient r_p muutub 7—48. Üldiselt kuulub p ratsionaalsuse poolest keskmiste läbipaistvuse karakteristikute hulka, välja arvatud väikesed massiarvud ($m < 2$) keskmise ja halva läbipaistvusega ($p_2 < 0,75$) atmosfääris; sel korral on p halb läbipaistvuse karakteristik ($r_p < 10$). Edasi selgub, et massiarvu kasvamisel suureneb ka ratsionaalsuse koefitsient, kusjuures halva läbipaistvuse puhul kasvamine on suurem kui hea läbipaistvuse puhul.

2) Linke sumedusteguri T ratsionaalsuse koefitsient r_T muutub piirides 43—183. Minimaalne $r_T = 43$ esineb halva läbipaistvusega atmosfääris väikese massiarvu ($m = 1$) korral; massiarvu kasvamisel suureneb r_T igasuguse läbipaistvuse puhul. T tuleb lugeda väikeste m -ide puhul ($m < 3$) ning keskmise ja halva läbipaistvuse ($p_2 < 0,80$) korral keskmiste, ülejäänud juhtudel aga heade läbipaistvuse karakteristikute hulka.

3) Tverskoi sumedusteguri ρ ratsionaalsuse koefitsient r_ρ varieerub 8—56, olles seega Bouguer' läbipaistvuse koefitsiendist mõnevõrra ratsionaalsem. Võrreldes r_ρ ja r_p isopleete selgub, et esimesed on nihutatud pisut väiksemate massiarvude poole; muidu on mõlemate karakteristikute isopleetid analoogilised.

4) Kastrovi läbipaistvuse koefitsiendi c ratsionaalsuse koefitsient r_c muutub 28 kuni ∞ . Väiksemad r_c väärtused esinevad ühelt poolt väga hea läbipaistvusega atmosfääris väikeste massiarvude ja teiselt poolt halva läbipaistvuse puhul keskmiste massiarvude ($m = 2 - 4$) juures; neil tingimustel on c keskmise headusega karakteristik. On huvitav märkida, et c on ainus karakteristik, mille ratsionaalsuse koefitsient teatud läbipaistvuse ja massiarvu puhul on lõpmatu suur. Nagu nähtub graafikult nr. 14, algab ∞ -isopleet $m = 1$ ja $p_2 = 0,61$ juurest ning kulgeb massiarvu ja läbipaistvuse kasvamisel edasi tõusva kõverana, mis sarnaneb mõnevõrra ruutparabooli kaarega. Üldiselt võib öelda, et c on ratsionaalne läbipaistvuse karakteristik suuremate massiarvude juures igasuguse läbipaistvuse puhul, väiksemate massiarvude juures aga halva läbipaistvuse puhul.

5) Mis puutub karakteristikute B ja τ ratsionaalsuse koefitsientidesse, siis need on lõpmatu suured, sest B ja τ on praktiliselt m -ist sõltumatud läbipaistvuse karakteristikud.

Kokkuvõtliku ülevaate käsitletud läbipaistvuse karakteristikute ratsionaalsuse koefitsientide kohta pakub tabel nr. 8, milles on toodud andmeid r_n varieerumise intervalli ja antud kvalitatiivne hinnang karakteristikute kohta. Viimane on teostatud keskmise läbipaistvuse ($p_2 = 0,70 - 0,75$) ja keskmise massiarvu ($m = 2 - 3$) puhul esinevate r_n väärtuste järgi.

Tabel nr. 8

Ülevaade läbipaistvuse karakteristikute ratsionaalsuse koefitsientide kohta

Karakteristik	Ratsionaalsuse koefitsiendi varieerumise intervall	Karakteristiku kvalitatiivne hinnang
p	7—48	keskmine
T	43—103	keskmine ja osalt hea
ϱ	8—56	keskmine
c	28— ∞	hea ja osalt väga hea
β	6—38	halb
B	—	väga hea
τ	—	väga hea

Ratsionaalsuse koefitsiendi kahanemise järgi saame läbipaistvuse karakteristikuid järjestada järgmiselt:

- 1) läbipaistvuse karakteristikud B ja τ ,
- 2) Kastrovi läbipaistvuse koefitsient c ,
- 3) Linke sumedustegur T ,
- 4) Tverskoi sumedustegur ϱ ,
- 5) Bouguer' läbipaistvuse koefitsient p ,
- 6) Koziki läbipaistvuse karakteristik β .

6. Järeldusi ja ettepanekuid

Töö tulemuste alusel võib teha järgmisi praktilise tähtsusega järeldusi.

- 1) Aktinomeetrias seni laialdaselt kasutatav Bouguer' läbipaistvuse koefitsient p on ratsionaalsuse poolest üks halvemaid karakteristikuid; temast väiksema ratsionaalsuse koefitsiendiga on Koziki läbipaistvuse karakteristik β .
- 2) Tunduvalt suurema ratsionaalsuse koefitsiendiga on Linke sumedustegur T ja Kastrovi läbipaistvuse koefitsient c . Viimane on teatud massiarvude ja läbipaistvuste puhul m -ist sõltumatu karakteristik.
- 3) Uued läbipaistvuse karakteristikud B ja τ sõltuvad tunduvalt vähem m -ist kui teised; neid võib lugeda praktiliselt m suhtes konstantseteks. Sellele tulemusele on jõutud Sivkovi ja Tšhaidze poolt antud otsese kiirguse keskmiste intensiivsuste põhjal sama läbipaistvusega atmosfääri puhul.

Silmas pidades neid järeldusi võib soovitada, et edaspidi kasutataks atmosfääri läbipaistvuse iseloomustamisel uusi karakteristikuid B või τ .

Et seni on kasutatud atmosfääri läbipaistvuse iseloomustamisel peamiselt läbipaistvuse koefitsienti ρ , siis üleminek uutele karakteristikutele B ja τ võib toimuda:

- 1) autori poolt konstrueeritud spetsiaalse nomogrammi või
- 2) valemite

$$B = \frac{\log \rho_m - \log \rho_M}{\log m - \log M} \quad (10)$$

ja

$$\tau = \frac{\log \rho_m - \log \rho_M}{B^*(\log m - \log M)} \quad (11)$$

abil.

Analoogilised ülemineku valemid saab tuletada ka teiste karakteristikute kohta.

Läbipaistvuse karakteristikuid B või τ on otstarbekohane kasutada küsimuste lahendamisel, mis on seotud atmosfääri läbipaistvusega. Sellistest võiks mainida tähtsamatena atmosfääri läbipaistvuse päevase ja aastase käigu, otsese kiirgusega võimaliku päeva-summa, õhumasside identifitseerimise ja rida teisi küsimusi.

Kokkuvõte

Praegu, mil aktinomeetrias kasutatakse atmosfääri läbipaistvuse iseloomustamiseks rida kvantitatiivseid karakteristikuid, on kerkinud üles karakteristikute ratsionaalse valiku küsimus. Et seni aktinomeetrias puuduvad olulised kriteeriumid, mille järgi võiks teostada karakteristikute ratsionaalset valikut, püstitatakse käesolevas töös läbipaistvuse karakteristikute kohta järgmised ratsionaalsuse kriteeriumid:

- 1) suur tundlikkus intensiivsuse S suhtes, mida iseloomustab

$$\left| \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} \right|;$$

- 2) väike tundlikkus massiarvu m suhtes, mida iseloomustab

$$\left| \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} \right|;$$

- 3) arvutamise lihtsus;

- 4) füüsikalise tähenduse omamine.

τ tähendab siin läbipaistvuse mingit karakteristikut.

Kahe esimese kui olulise kriteeriumi kaudu on defineeritud karakteristikute ratsionaalsuse koefitsient

$$r_{\pi} = \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} : \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m}$$

Nimetatud kriteeriumide järgi on hinnatud Bouguer' läbipaistvuse koefitsienti p , Linke sumedustegurit T , Tverskoi sumedustegurit ϱ , Kastrovi läbipaistvuse koefitsienti c , Koziki läbipaistvuse karakteristikut β ja autori poolt esitatud uusi karakteristikuid B ja τ .

$\left| \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} \right|$ kahanemise järgi kujuneb karakteristikute järjestus järgmiseks: 1) c ; 2) B ja τ ; 3) T ; 4) β ; 5) p ja 6) ϱ .

$\left| \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} \right|$ kasvamise järgi on karakteristikute järjestus järgmine: 1) B ja τ ; 2) c ; 3) T ; 4) ϱ ; 5) p ; 6) β .

Ratsionaalsuse koefitsiendi r_π kasvamise järgi on karakteristikute järjestus: 1) B ja τ ; 2) c ; 3) T ; 4) ϱ ; 5) p ja 6) β .

Töö tulemusena tehakse järgmised järeldused ja ettepanekud:

1) nimetada karakteristikuid, mille

a) $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} > 0$ läbipaistvuse karakteristikuteks,

b) $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} < 0$ sumeduse karakteristikuteks,

c) $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} > 0$ kasvavateks karakteristikuteks,

d) $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} = 0$ konstantseteks karakteristikuteks,

e) $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} < 0$ kahanevateks karakteristikuteks,

f) $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} \approx 0$ vahelduvateks karakteristikuteks;

2) laialt kasutatav karakteristik p oma suure tundlikkuse tõttu m suhtes on väikese ratsionaalsuse koefitsiendiga ja seetõttu on ta ebaotstarbekohane läbipaistvuse koefitsient;

3) märksa paremad läbipaistvuse karakteristikud on T ja c , eriti viimane, mis teatud m ja läbipaistvuse puhul ei sõltu m -ist;

4) karakteristikud B või τ on praktiliselt m -ist sõltumatud ja seepärast

5) soovitatakse edaspidi kasutada atmosfääri läbipaistvuse isoleomustamisel karakteristikuid B või τ .

Et senini on aktinomeetrias kõige rohkem juurdunud p , siis üleminekuks uutele karakteristikutele B ja τ soovitatakse:

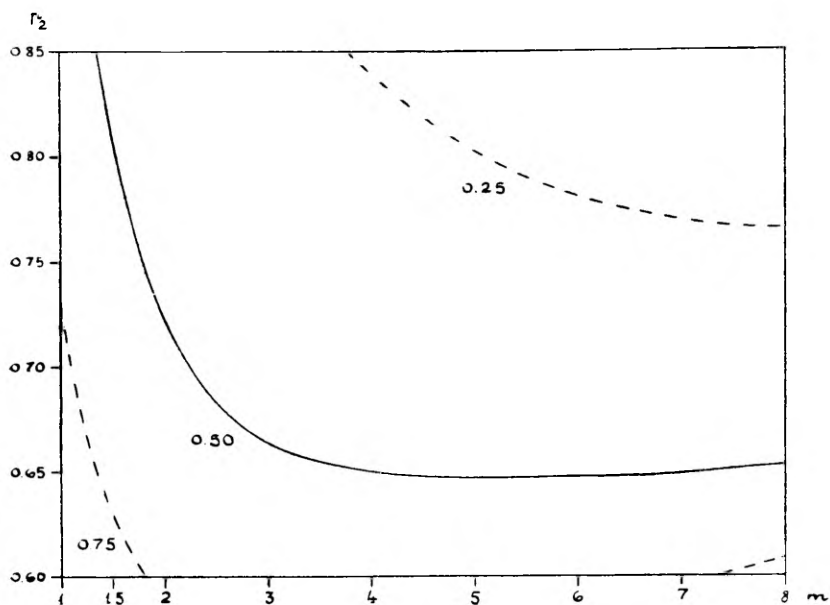
1) autori poolt konstrueeritud spetsiaalset nomogrammi või

2) valemeid (10) ja (11).

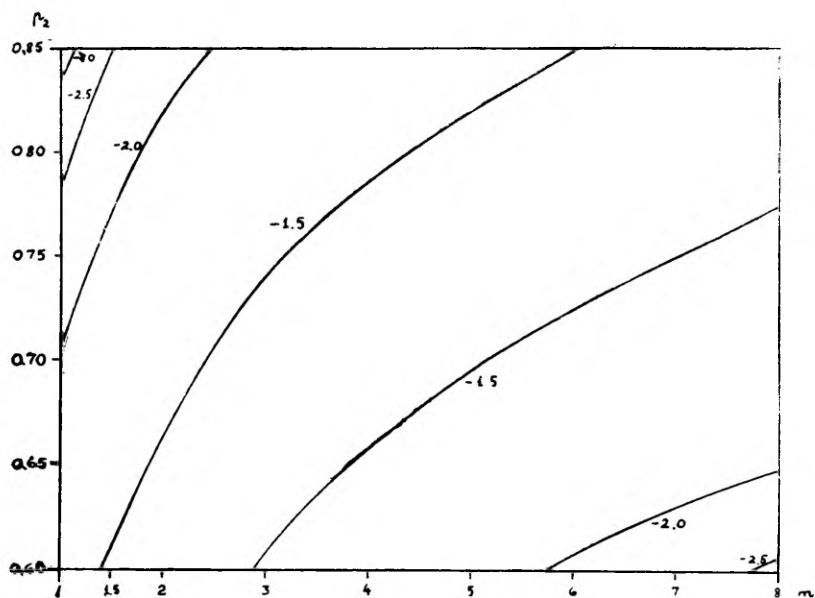
Neis valemis $\log M = 1,848$ ja $\log p_M = -0,009$.

KIRJANDUS

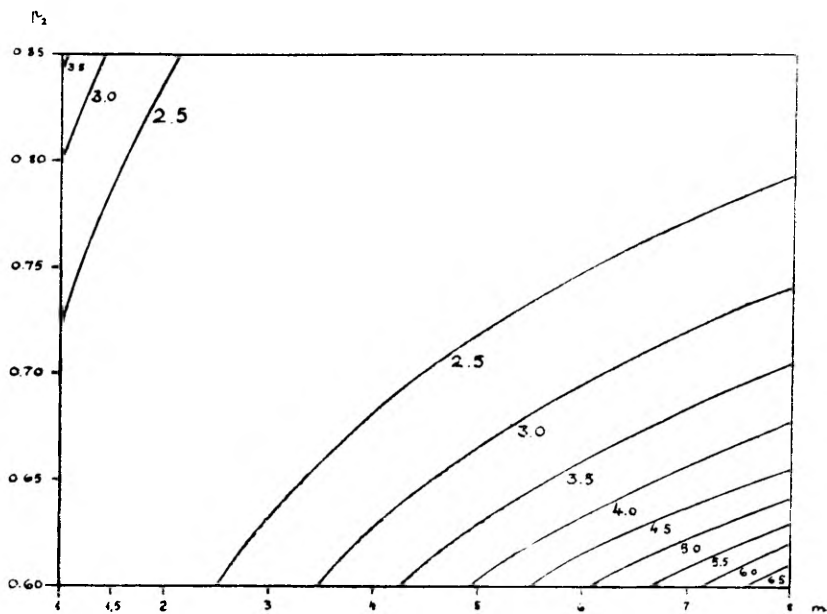
1. Ч х а и д з е, Ш. М. К вопросу о приведении коэффициентов прозрачности атмосферы к единичной массе. Изв. АН СССР, № 6, 1952.
2. М ü г к, Н. J. Päikese otsese integraalse kiirguse intensiivsuse valemite üldistamise katsest. Vt. samas numbris.
3. С и в к о в, С. И. Общий метод приведения интенсивности солнечной радиации к определенному числу масс атмосферы. Труды ГГО, № 14 (76), 1949.



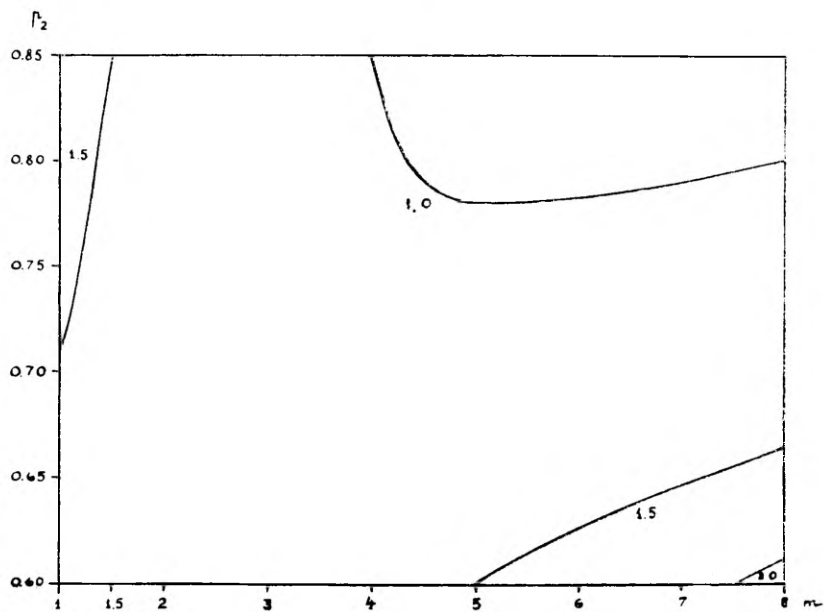
Graafik nr. 1. $\frac{1}{p} \frac{\partial p}{\partial S}$ ja $\frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial S}$ isopleetid.



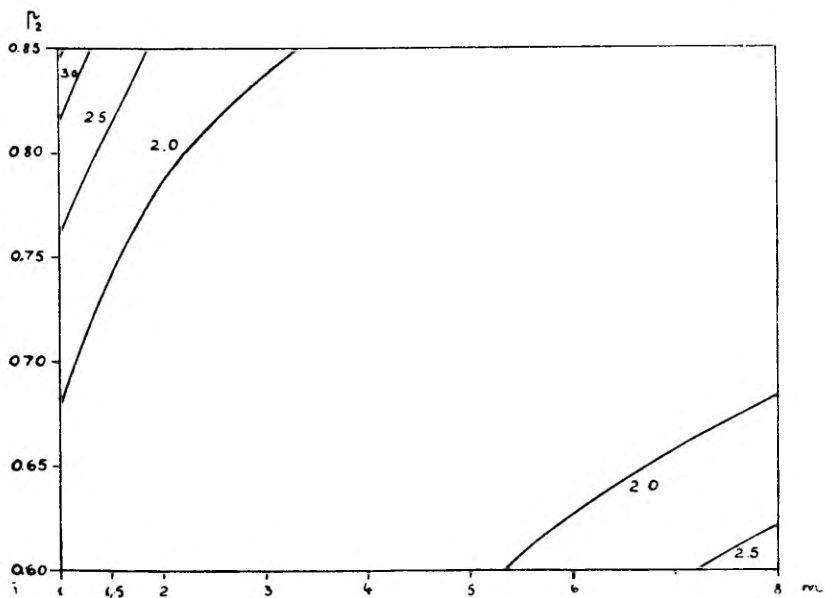
Graafik nr. 2. $\frac{1}{T} \frac{\partial T}{\partial S}$ isopleetid.



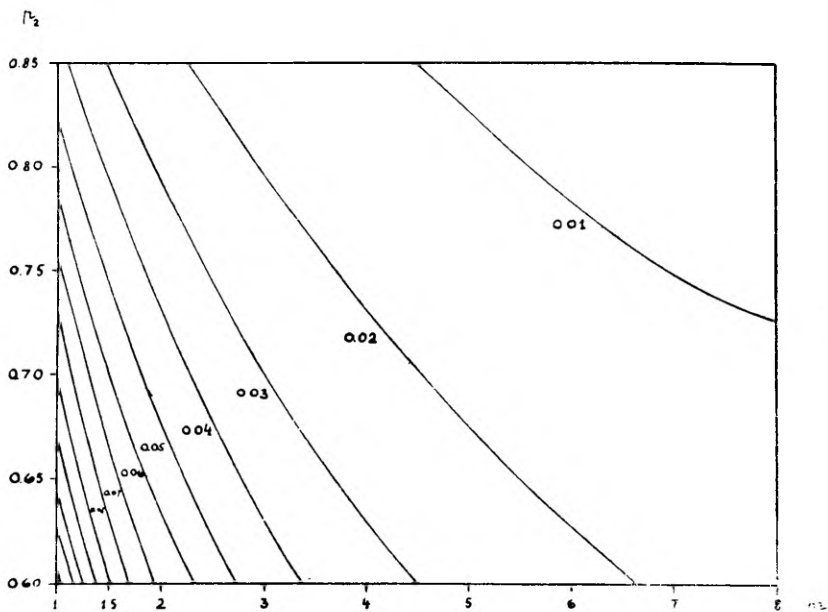
Graafik nr. 3. $\frac{1}{c} \frac{\partial c}{\partial S}$ isopleetid.



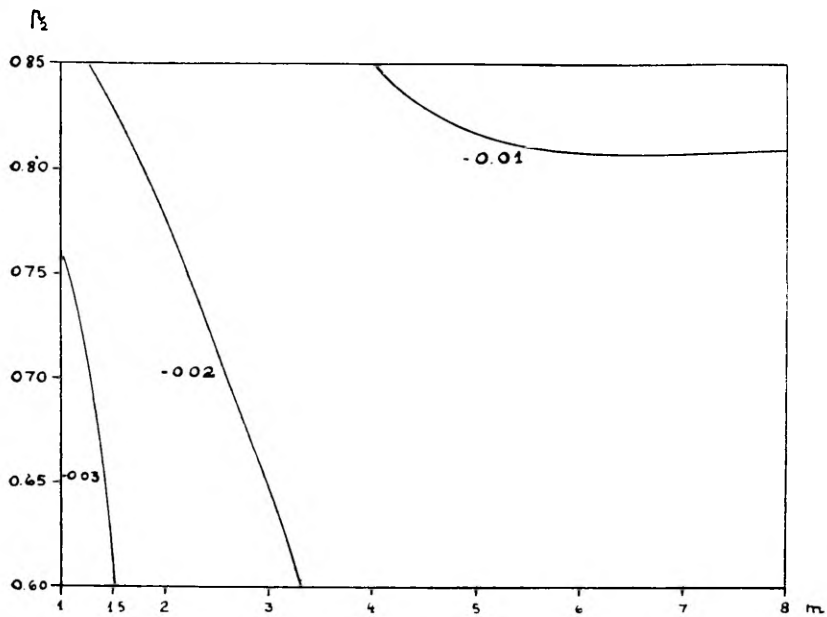
Graafik nr. 4. $\frac{1}{\beta} \frac{\partial \beta}{\partial S}$ isopleetid.



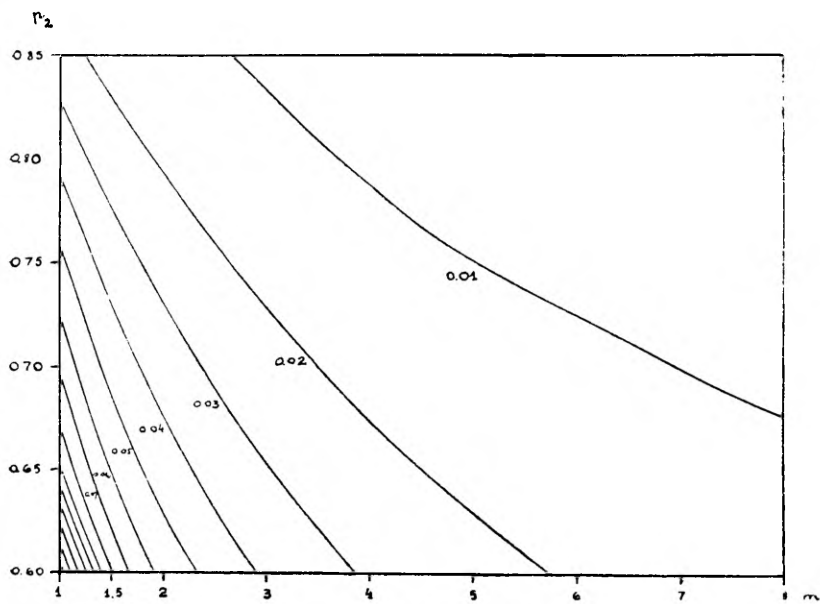
Graafik nr. 5. $\frac{1}{B} \frac{\partial B}{\partial S} = \frac{1}{\tau} \frac{\partial \tau}{\partial S}$ isopleetid.



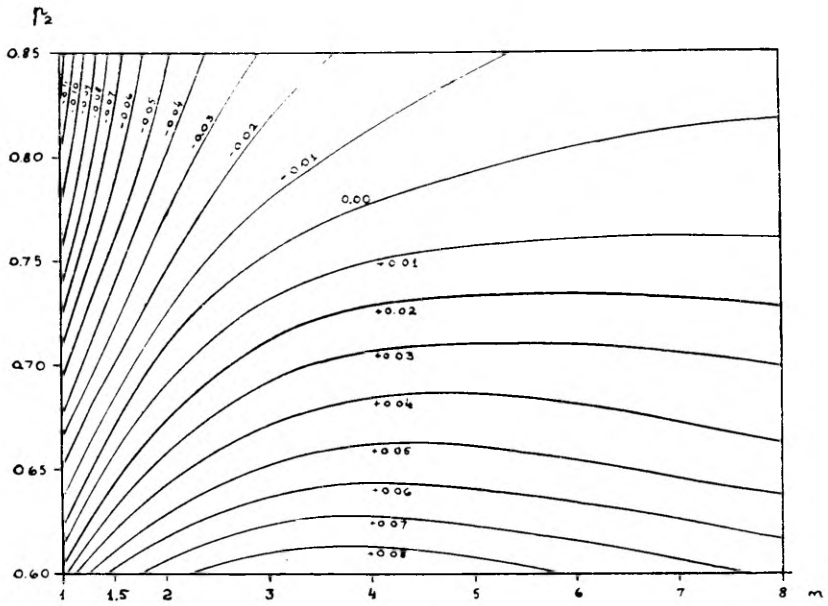
Graafik nr. 6. $\frac{1}{p} \frac{\partial p}{\partial m}$ isopleetid.



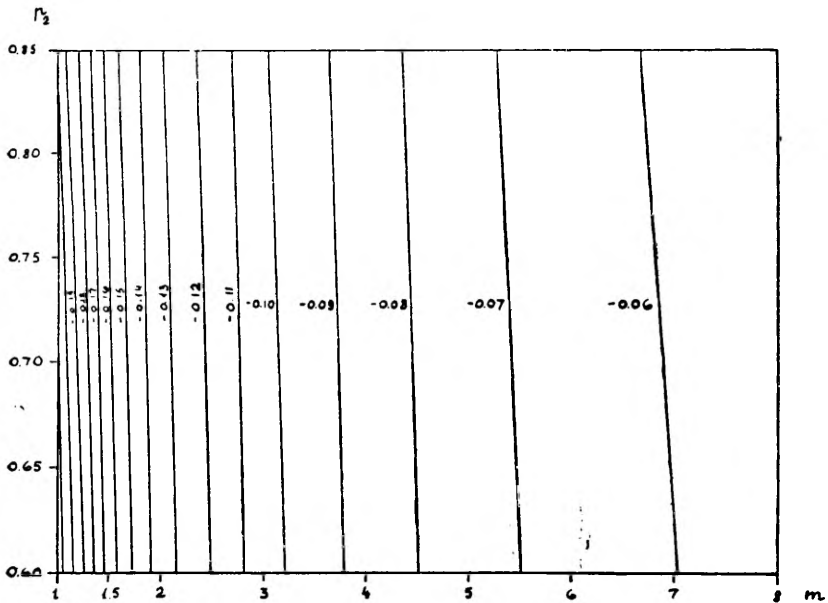
Graafik nr. 7. $\frac{1}{T} \frac{\partial T}{\partial m}$ isopleetid.



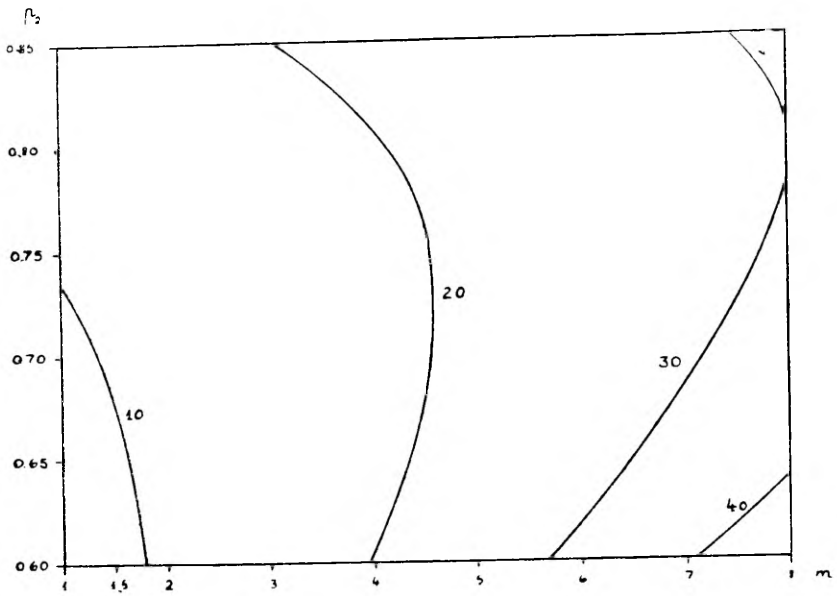
Graafik nr. 8. $\frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial m}$ isopleetid.



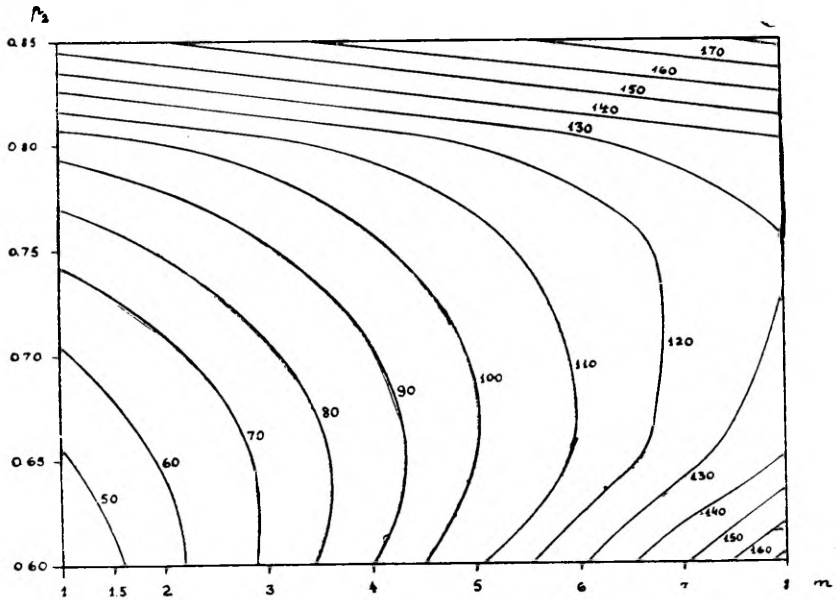
Graafik nr. 9. $\frac{1}{c} \frac{\partial c}{\partial m}$ isopleetid.



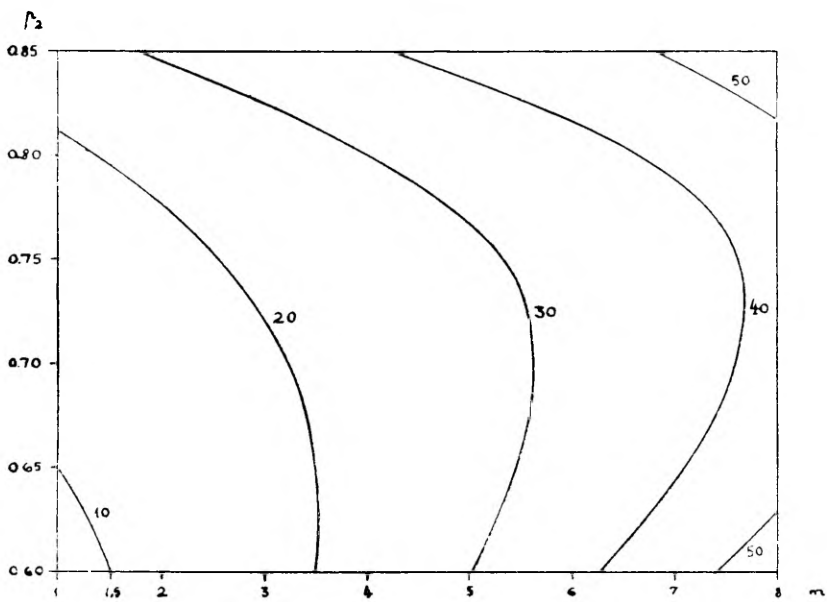
Graafik nr. 10. $\frac{1}{\beta} \frac{\partial \beta}{\partial m}$ isopleetid.



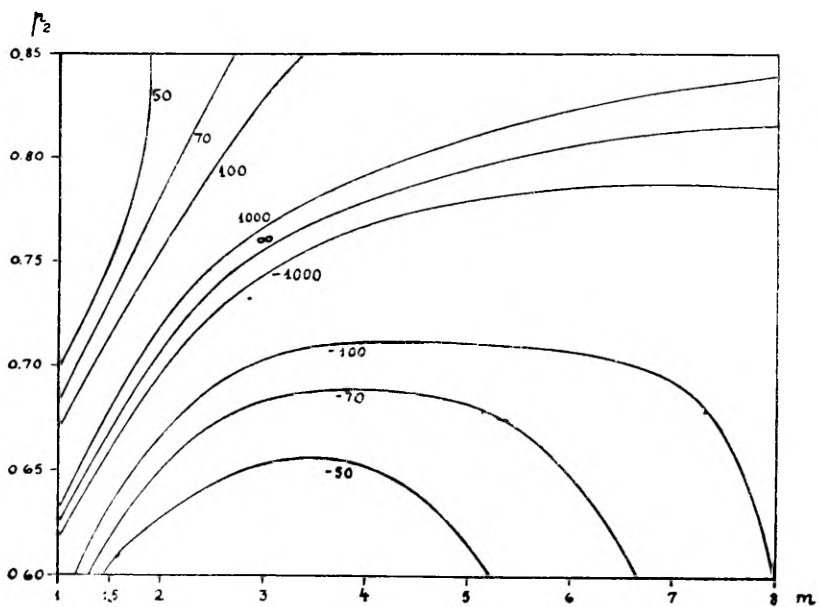
Graafik nr. 11. r_p isopleetid.



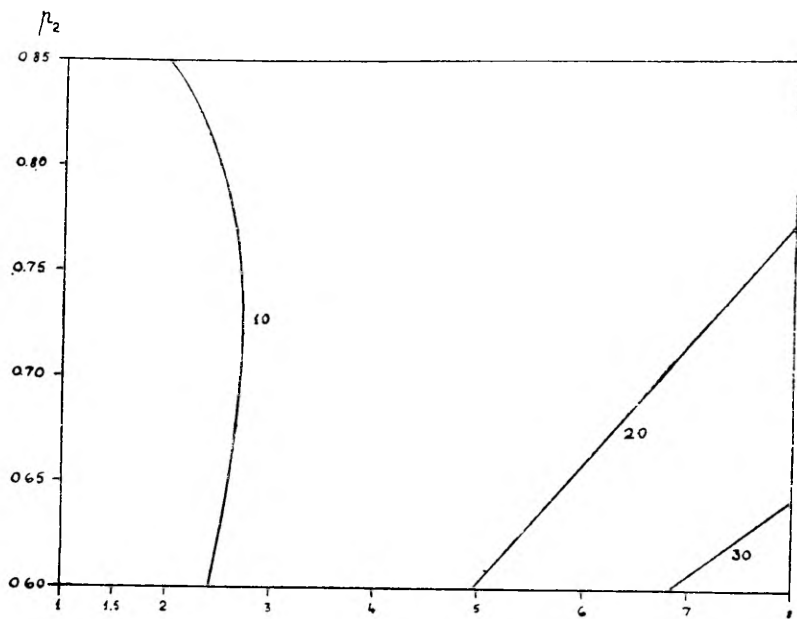
Graafik nr. 12. r_T isopleetid.



Graafik nr. 13. r_{ρ} isopleetid.



Graafik nr. 14. r_c isopleetid.



Graafik nr. 15. r_β isopleetid.

О РАЦИОНАЛЬНОМ ВЫБОРЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЗРАЧНОСТИ АТМОСФЕРЫ

Х. Мюрк

Резюме

Ввиду того, что в настоящее время в актинометрии для характеристики прозрачности атмосферы употребляется целый ряд количественных характеристик, возникает вопрос об их рациональном выборе. Так как до сих пор в актинометрии отсутствуют существенные критерии, по которым можно было бы производить рациональный выбор характеристик, в данной работе приводятся следующие критерии рациональности:

1) большая чувствительность по отношению к интенсивности, которую характеризует $\left| \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} \right|$;

2) малая чувствительность по отношению к числу масс, которое определяет $\left| \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} \right|$;

3) простота вычисления;

4) физический смысл.

Здесь π означает какую-либо характеристику прозрачности.

На основании двух первых, как существенных, критериев определяется коэффициент рациональности характеристики

$$r_{\pi} = \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} : \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m}$$

По названным критериям оценены коэффициент прозрачности Бугера ρ , фактор мутности T , фактор мутности Тверского ϱ , коэффициент прозрачности Кастрова c , характеристика прозрачности Козика β и предложенные автором новые характеристики B и τ .

С точки зрения убывания $\left| \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} \right|$ характеристики образуют следующий ряд: 1) c ; 2) B , τ ; 3) T ; 4) β ; 5) ρ и 6) ϱ .

С точки зрения увеличения $\left| \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} \right|$ характеристики образуют следующий ряд: 1) B и τ ; 2) c ; 3) T ; 4) ϱ ; 5) ρ ; 6) β .

С точки зрения коэффициента рациональности r_π порядок характеристик будет следующий: 1) B и τ ; 2) c ; 3) T ; 4) ρ ; 5) p и 6) β .

Результаты работы приводят к следующим выводам — предложениям:

1) ввести обозначения характеристик:

- а) $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} > 0$ характеристика прозрачности,
- б) $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} < 0$ фактор мутности,
- в) $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} > 0$ возрастающая характеристика,
- г) $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} = 0$ постоянная характеристика,
- д) $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} < 0$ убывающая характеристика,
- е) $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} \cong 0$ переменная характеристика;

2) широко применяемая характеристика p ввиду большой чувствительности относительно m имеет малый коэффициент рациональности и поэтому ее применение невыгодно;

3) значительно лучшими характеристиками прозрачности являются T и c (особенно последняя), которые для данной высоты Солнца и прозрачности не зависят от массового числа m ;

4) характеристики B или τ практически не зависят от m и поэтому

5) в дальнейшем предлагается применять в качестве характеристик прозрачности атмосферы B и τ .

Так как до сих пор в актинометрии употребляется p , то для перехода к новым характеристикам B и τ рекомендуются

- 1) сконструированная автором специальная номограмма или
- 2) формулы (10) и (11), в которых $\log M = 1,848$ и $\log p_M = -0,009$.

ON THE RATIONAL SELECTION OF THE CHARACTERISTICS OF ATMOSPHERE TRANSPARENCY

H. Mürk

Summary

In view of the fact that a number of quantitative characteristics are now used in actinometry to characterise the transparency of the atmosphere, the question of the rational selection of these characteristics arises. As there has hitherto been a lack of essential criteria, on the basis of which a rational selection of characteristics might be made, the following criteria of rationality of the characteristics of transparency are herewith proposed:

(1) high sensitivity in regard to intensity S , characterised by

$$\left| \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} \right|;$$

(2) low sensitivity in regard to the air mass m , characterised by

$$\left| \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} \right|;$$

(3) simplicity of computation;

(4) the presence of some physical significance.

Here π represents any characteristic of transparency.

The two first criteria, being the essential ones, are used to define the coefficient of rationality of the characteristic

$$r_{\pi} = \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} : \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m}.$$

On the basis of the above-mentioned criteria a critical estimate is offered of Bouguer's coefficient of transparency ρ , Linke's factor of opacity T , Tverskoy's factor of opacity ϱ , Kastrov's coefficient of transparency c , Kozik's characteristic of transparency β , and the new characteristics B and τ proposed by the author.

According to the diminution of $\left| \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} \right|$ these characteristics are ranged in the following order 1) c , 2) B and τ , 3) T , 4) β , 5) ρ , 6) ϱ .

The order for increase in the value of $\left| \frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} \right|$ is: 1) B and τ ,

2) c , 3) T , 4) ρ , 5) p , 6) β .

The order according to an increase in the coefficient of rationality r_π is: 1) B and τ , 2) c , 3) T , 4) ρ , 5) p , 6) β .

The results of the investigation may be presented in the form of the following conclusions and suggestions:

1) to determine the characteristics as follows:

a) characteristics of transparency, where $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} > 0$,

b) characteristics of opacity, where $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial S} < 0$,

c) growing characteristics, where $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} > 0$,

d) constant characteristics, where $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} = 0$,

e) diminishing characteristics, where $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} < 0$,

f) variable characteristics, where $\frac{1}{\pi} \frac{\partial \pi}{\partial m} \cong 0$;

2) the characteristic p , which is widely used on account of its high sensitivity with regard to m , has a low coefficient of rationality and for this reason is unsuitable as a coefficient of transparency;

3) far superior as characteristics of transparency are T and c , especially the latter, which, given the transparency and the height of the sun, is independent of m ;

4) the characteristics B and τ are practically independent of m and therefore

5) it is advisable to use the characteristic B or τ in characterising the transparency of the atmosphere.

As hitherto p has been the characteristic most widely used in actinometry, we propose the following devices for replacing it with B and τ :

1) the special nomograph drawn up by the author, or

2) the formulas (10) and (11), in which $\log M = 1.848$ and $\log p_M = -0.009$.