A III-a CONFERINȚA INTERNAȚIONALA DE PROGNOZE HIDROLOGICE A ȚARILOR DUNARENE

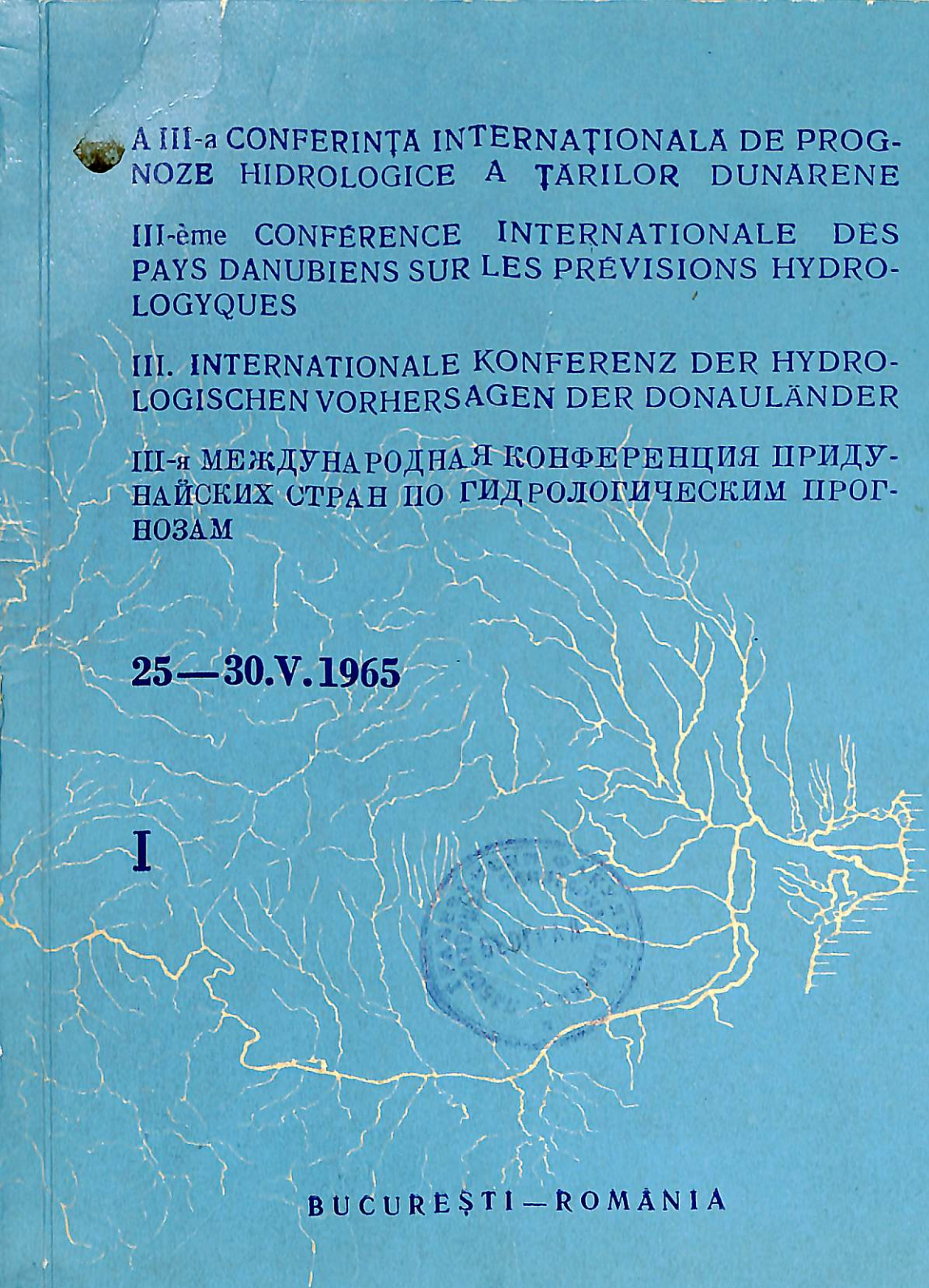
III-ème CONFÉRENCE INTERNATIONALE DES PAYS DANUBIENS SUR LES PRÉVISIONS HYDROLOGYQUES

III. INTERNATIONALE KONFERENZ DER HYDROLOGISCHEN VORHERSAGEN DER DONAULÄNDER

III-я МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПРИДУНАЙСКИХ СТРАН ПО ГИДРОЛОГИЧЕСКИМ ПРОГНОЗАМ

25—30.V.1965

I



BUCUREȘTI—ROMÂNIA

A III-a CONFERINŢA INTERNAŢIONALĂ DE PROGNOZE HIDROLOGICE A ŢĂRILOR DUNĂRENE

III-ème CONFERENCE INTERNATIONALE DES PAYS DANUBIENS SUR LES PREVISIONS HYDROLOGIQUES

III. INTERNATIONALE KONFERENZ DER HYDROLOGISCHEN VORHERSAGEN DER DONAULANDER

III-я МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПРИДУНАЙСКИХ СТРАН ПО ГИДРОЛОГИЧЕСКИМ ПРОГНОЗАМ

25 - 30. V. 1965

REFERATELE GENERALE ŞI DISCUŢIILE PURTATE PE MARGINEA LOR

LES RAPPORTS GENERAUX ET LES DISCUSSIONS SUSCITEES A LEUR SUJET

DIE ALLGEMEINEN REFERATE UND DIE ANHAND DIESER GEFUHRTEN DISKUSSIONEN

ОБЩИЕ ДОКЛАДЫ И ДИСКУССИИ В СВЯЗИ С НИМИ

B u c u r e ş t i - R o m â n i a

1. Prefaţa

Între 25 şi 30 mai 1965 a avut loc la Bucureşti, în organizarea Institutului de studii şi cercetări hidrotehnice - I.S.C.H. - cea de a III-a Conferinţă internaţională de prognoze hidrologice a ţărilor dunărene.

Aceste conferinţe - prima a avut loc în 1961 la Budapesta în organizarea Institutului de studii şi cercetări de gospodărirea apelor (VITUKI), iar cea de a doua în 1963 la Graz în organizarea Societăţii austriace de gospodărirea apelor (ÖWWV) - au drept scop să asigure o mai strînsă colaborare între specialiştii ţărilor dunărene în domeniul atît de important al studiilor de prognoze hidrologice.

Interesul crescînd al specialiştilor din ţările dunărene pentru aceste conferinţe poate fi ilustrat prin numărul din ce în ce mai mare al comunicărilor prezentate: 7 în 1961, 14 în 1963 şi 25 în 1965. Interesul pentru asemenea conferinţe a depăşit chiar limitele bazinului Dunării, la cele trei conferinţe participînd şi specialişti din Franţa, Republica Democrată Germană şi Olanda.

Asemenea conferinţe au în prezent o strînsă legătură cu activitatea Deceniului Hidrologic Internaţional pe linia colaborării regionale în domeniul ştiinţific între statele dunărene.

Conferinţele de prognoze hidrologice sînt pregătite prin colaborarea instituţiilor care dirijează activitatea de prognoze hidrologice în fiecare din ţările dunărene.

Pentru pregătirea conferinţei a III-a, la invitaţia Institutului de studii şi cercetări hidrotehnice - I.S.C.H. - a avut loc la Bucureşti la data de 29.05.1964 o consultare cu participarea următorilor reprezentanţi:

H.Schimpf (Austria)
I.N.Erinin (R.P.Bulgaria)
R.Drazeta (R.S.F.Iugoslavia)
M.Semenescu (R.P.Română)
S.Dumitrescu (R.P.Română)
J.Boisnard (R.P.Română)
D.Lăzărescu (R.P.Română)
K.Stelczer (R.P.Ungară)
K.Szesztay (R.P.Ungară)

[redacted]

În această consfătuire s-a stabilit tematica şi o serie de detalii de organizare a conferinţei a III-a.Cu această ocazie s-a ajuns la concluzia că este indicat ca pe viitor:

- conferinţele să aibă loc din doi în doi ani în ţările dunărene prin rotaţie;

- un colectiv format din reprezentanţi ai instituţiilor care dirijează activitatea de prognoze hidrologice să se întrunească în anii dintre conferinţe în ţara organizatoare a viitoarei conferinţe în vederea pregătirii conferinţei respective;

- oficiul de secretariat al acestui colectiv ad-hoc să fie asigurat de instituţia care organizează conferinţa pe toată durata de la organizarea conferinţei pînă la difuzarea materialelor rezultate din conferinţa respectivă;

- materialele prezentate la conferinţe să fie multiplicate de ţara gazdă şi să fie distribuite participanţilor.

2. Desfăşurarea conferinţei

Conferinţa a fost deschisă în ziua de 25 mai 1965 de către directorul Institutului de studii şi cercetări hidrotehnice din Comitetul de Stat al Apelor, S.Dumitrescu.

Cei peste 100 participanţi, dintre care 34 delegaţi de peste hotare, au fost călduros salutaţi de vicepreşedintele Comitetului de Stat al Apelor, R.Ernest, care, după ce a arătat importanţa deosebită a prognozelor hidrologice în condiţiile unei economii dezvoltate şi a unei politici de folosire complexă şi raţională a resurselor de apă, a urat deplin succes conferinţei.

În zilele de 25 şi 26 mai au avut loc prezentarea lucrărilor şi discuţiile pe marginea acestora.

În scopul rezervării unui timp mai mare discuţiilor, cele 25 lucrări (2 din Austria, 7 din Cehoslovacia, 5 din Ungaria, 1 din Bulgaria, 9 din România şi 1 din U.R.S.S.) au fost prezentate în cadrul a şapte referate generale corespunzătoare unor grupuri de probleme prevăzute în tematica conferinţei. Referatele generale au fost întocmite de specialişti români şi ele sînt publicate la finele acestui volum; ele conţin expunerea succintă a stadiului actual teoretic şi practic în domeniul respectiv, prezentarea conţinutului comunicărilor, comentarii asupra problemelor tratate precum şi o perspectivă pentru activitatea din viitorul apropiat.

Pentru a facilita discutarea în detaliu a problemelor, încă înainte de deschiderea conferinţei participanţii au avut la dispoziţie volumul cu comunicările in extenso în original şi în limba germană şi cu rezumatele în fiecare din celelalte limbi oficiale ale conferinţei (franceză, germană, română, rusă).

În acelaşi scop, în timpul conferinţei s-a asigurat tradu-

cerea simultană a referatelor şi discuţiilor în limbile germană, română şi rusă.

Numeroasele discuţii au constat din detalierea anumitor părţi din lucrările proprii, din comentarea celorlalte lucrări şi din consideraţii generale asupra chestiunilor teoretice şi practice actuale din domeniul prognozelor hidrologice. Prezentarea succintă a discuţiilor este făcută în partea finală a volumului după fiecare din referatele generale.

În ziua de 26 mai 1965, înainte de a se prezenta şi discuta ultimul referat general, unii dintre delegaţii străini au ţinut să aducă salutul lor conferinţei.

Delegatul Comisiei Dunării, R.Radovanovici,a subliniat marele interes cu care Comisia Dunării urmăreşte lucrările conferinţei de prognoză.

Conducătorul delegaţiei R.S.Cehoslovace, M.Balčo, a accentuat faptul că aceste conferinţe de prognoză hidrologică au căpătat un caracter tradiţional. În continuarea cuvîntului său, conducătorul delegaţiei cehoslovace a anunţat că din însărcinarea Comitetului Naţional Cehoslovac pentru problemele Deceniului Hidrologic Internaţional face invitaţia ca cea de a IV-a conferinţă a ţărilor dunărene în problemele de prognoză hidrologică să aibă loc la Bratislava în 1967.

Conducătorul delegaţiei austriace, H.Schimpf,a făcut aprecieri pozitive în legătură cu modul de organizare a conferinţei, evidenţiind în mod special efortul depus pentru ca participanţii să aibă la dispoziţie încă înainte de conferinţă volumul cu toate lucrările trimise. În final, delegatul austriac a subliniat importanţa unor asemenea manifestări ştiinţifice la începutul Deceniului Hidrologic Internaţional, exprimînd speranţa că asemenea colaborări între ţările dunărene vor avea loc şi în alte domenii ale hidrologiei. După discutarea ultimului referat, a luat cuvîntul directorul Institutului de studii şi cercetări hidrotehnice, S.Dumitrescu, care,după ce s-a referit la importanţa

lucrărilor conferinţei pentru activitatea practică a instituţiilor reprezentate, a mulţumit autorilor, participanţilor la discuţii şi tuturor delegaţilor pentru contribuţiile la buna desfăşurare a conferinţei.

În dimineaţa zilei de 27 mai 1965 a fost organizată vizitarea Institutului de studii şi cercetări hidrotehnice din Bucureşti.

După vizită, la propunerea conducătorului delegaţiei ungare a avut loc un schimb liber de păreri între conducătorii delegaţiilor din ţările dunărene prezenţi la conferinţă, privind problemele de organizare a celei de a IV-a conferinţe. În urma discuţiilor a rezultat că Comitetul Naţional Cehoslovac pentru problemele Deceniului Hidrologic Internaţional urmează să facă propuneri concrete celorlalte ţări dunărene în legătură cu desfăşurarea conferinţei a IV-a şi s-a apreciat utilitatea ţinerii unei şedinţe a reprezentanţilor unităţilor de prognoză din ţările dunărene în 1966 în acest scop.

Conferinţa propriu-zisă a fost urmată de o călătorie de studii în intervalul 27 - 30 mai 1965 pe Dunărea inferioară de la Galaţi la Tulcea şi în Delta Dunării pînă la Marea Neagră (Sulina). În timpul călătoriei de studii, participanţii s-au putut informa cu ajutorul unor expuneri făcute de specialişti români, asupra problemelor hidrologice şi hidrotehnice ale Deltei Dunării şi ale litoralului românesc (aspecte ale regimului hidrologic şi ale amenajărilor hidrotehnice executate şi proiectate).

Conferinţa a III-a internaţională de prognoze hidrologice a fost un bun prilej pentru o mai bună cunoaştere reciprocă a activităţii din ţările dunărene în acest domeniu şi pentru iniţierea unor contacte directe între specialiştii din diverse ţări.

3. Lista participanţilor

A u s t r i a	
K.CEHAK	Institutul central pentru meteorologie şi geodinamică.
E.GLASEL	Ministerul Federal pentru Agricultură şi Silvicultură.
H.GRASSINGER	Societatea austriacă pe acţiuni a hidrocentralelor de pe Dunăre.
K.D.GUTKNECHT	Institutul tehnic, Viena.
K.KNAUER	Societatea austriacă pe acţiuni de gospodărirea electricităţii.
W.KRESSER	Institutul pentru hidraulică, gospodărirea apelor, hidroamelioraţii şi construcţii hidrotehnice pentru centre populate.
O.KRETSCHMER	Societatea austriacă pe acţiuni a centralelor hidroelectrice de pe Dunăre.
H.KRISCH	Centrala hidroelectrică de pe Dunăre Jochenstein.
H.MULLNER	Ministerul Federal pentru Comerţ şi Reconstrucţie.
G.MUNDT	Societatea pe acţiuni austro-bavareză a centralelor electrice.
F.NEIGER	Societatea austriacă pe acţiuni a hidrocentralelor de pe Dunăre.
R.PERTUSINI	Ministerul Federal pentru Transporturi şi Electricitate.
M.PLATZL	Societatea pe acţiuni a centralelor hidroelectrice de pe Inn.
H.SCHIMPF	Ministerul Federal pentru Agricultură şi Silvicultură. Biroul central hidrografic.
J.SCHMUTTERER	Ministerul Federal pentru Comerţ şi Reconstrucţie.
R.WOTZEL	Societatea pe acţiuni austro-bavareză a centralelor electrice.
Republica Populară Bulgaria	
B.CIOCIKOV	Institutul de hidrotehnică şi hidroamelioraţii.
K.FANKOV	Direcţia hidrometeorologică a U.P.P.D.

Republica Socialistă Cehoslovacă

M.BALČO	Institutul pentru hidrologie şi hidraulică a Academiei slovace de ştiinţă.
J.PROCHAZKA	Institutul de gospodărire a apelor.
A.SVOBODA	Institutul pentru hidrologie şi hidraulică a Academiei slovace de ştiinţă.
M.VENETIANER	Institutul pentru hidrologie şi hidraulică a Academiei slovace de ştiinţă.

Republica Democrată Germană

K.BAUER	Universitatea Humboldt Berlin.
A.BECKER	Institutul pentru gospodărirea apelor.
H.J.GRASNICK	Serviciul meteorologic.
R.GROTH	Serviciul pentru gospodărirea apelor.
H.WAGNER	Universitatea tehnică din Dresda.

Republica Socialistă Federativă Iugoslavia

R.DRAZETA	Institutul hidrometeorologic.

O l a n d a

P.J.WEMELSFELDER	Administraţia comunicaţiilor pe apă ale regatului.

Republica Populară Română

R.AMAFTIESEI	Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti.
I.ANITAN	Sectorul hidrometeorologic, Cluj.
E.AVRAMESCU	Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti.
B.BINDER	Sectorul hidrometeorologic, Cluj.
J.BOISNARD	Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti.
C.BONDAR	Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti,
R.CADERE	Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti.
R.CENTEA	Sectorul hidrometeorologic, Timişoara.
D.CIOC	Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti.
T.CONSTANTINESCU	Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti.
C.DIACONU	Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti.

S.DUMITRESCU	Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti.
V.DUMITRESCU	Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti.
I.ENEA	Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti.
S.HÎNCU	Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti
N.GEORGESCU	Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti.
F.IONESCU	Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti.
D.LĂZĂRESCU	Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti.
M.MARINESCU	Direcţia navigaţiei civile din Ministerul Transporturilor, Bucureşti.
N.MATEESCU	Direcţia navigaţiei civile din Ministerul Transporturilor, Bucureşti.
P.MIŢĂ	Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti.
C.MOCIORNIŢĂ	Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti.
L.MUSTAŢĂ	Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti.
D.PÎRVULESCU	Direcţia hidrometeorologică din Comitetul de Stat al Apelor, Bucureşti.
G.PLATAGEA	Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti.
M.PODANI	Direcţia hidrometeorologică din Comitetul de Stat al Apelor, Bucureşti.
E.RĂZVAN	Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti.
M.SEMENESCU	Direcţia tehnică din Comitetul de Stat al Apelor, Bucureşti.
M.STAN	Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti.
V.STĂNESCU	Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti.
I.ŞTEFĂNESCU	Institutul de cercetări şi proiectări piscicole, Bucureşti.
V.STOENESCU	Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti,
O.TRITEANU	Institutul de studii şi proiectări hidroenergetice, Bucureşti.
I.UJVARY	Universitatea Babeş-Bolyai, Cluj.

I.VLADIMIRESCU	Institutul pentru planuri de amenajare şi construcţii hidrotehnice, Bucureşti.

Republica Populară Ungară

L.GODA	Institutul de cercetări de gospodărire a apelor.
W.LASZLÖFFY	Institutul de cercetări de gospodărire a apelor.
I.ZSUFFA	Institutul de cercetări de gospodărire a apelor.

Uniunea Sovietică

A.I.AFANASIEV	Institutul central de prognoze.

Din partea Comisiei Dunării

R.RADOVANOVICI	Secţia hidroameliorativă.

4. Referatele generale şi discuţiile purtate pe marginea lor

Titlul referatelor generale, specialiştii care le-au întocmit precum şi titlul şi autorii lucrărilor la care s-au referit sînt:

I. Metode generale de prognoză curentă a scurgerii

(referent D.LĂZĂRESCU - Republica Populară Română).

1. Prognoze hidrologice pentru Dunăre în aval de gurile Innului - H.KRISCH (Austria).
2. În legătură cu problema prognozelor de lungă durată a nivelurilor apei în sectorul mijlociu al Dunării - L.GODA (Republica Populară Ungară).
3. Prognoza de scurtă durată a debitelor de apă pe baza rezervelor de apă din albii şi a afluxului de apă în reţeaua hidrografică (cu aplicare la postul hidrometric Alba Iulia pe rîul Mureş) - D.LĂZĂRESCU (Republica Populară Română).

II. Prognoza apelor mari

(referent G.PLATAGEA - Republica Populară Română).

1. Prognoza volumului viiturii în bazinul superior al rîului Waag - I.PROCHAZKA (Republica Socialistă Cehoslovacă).
2. Despre posibilitatea prognozării volumului scurgerii de primăvară în bazinele din Carpaţii Cehoslovaci - E.SIMO (Republica Socialistă Cehoslovacă).
3. Privitor la prognoza viiturilor pe rîurile mici - W.KRESSER (Austria).

III. Metode de prognozare a perioadei de ape mici

(referent J.BOISNARD - Republica Populară Română).

1. Unele date privind prognoza debitelor de apă după curbele de scădere din bazinul Dunării - I. KUNS (Republica Socialistă Cehoslovacă).
2. Curba de secare şi folosirea ei în prognoza debitelor din perioada de secare - M.BALČO (Republica Socialistă Cehoslovacă).
3. O metodă de prognoză a debitelor medii lunare minime la postul hidrometric Oltenita pe Dunăre - D.LĂZĂRESCU (Republica Populară Română).

IV. Hidraulica scurgerii şi procesele de albie

(referent D.CIOC - Republica Populară Română).

1. Integrator mecanic pentru rezolvarea problemei deplasării undelor de viitură - A.SVOBODA (Republica Socialistă Cehoslovacă).
2. Prognoza modificării viiturilor pe Dunăre după construirea hidrocentralelor pe sectorul cehoslovac - ungar - J.PROCHAZKA şi M.VENETIANER (Republica Socialistă Cehoslovacă).
3. Debitele maxime pe Dunăre pe sectorul românesc şi nivelurile corespunzătoare lor în regim amenajat - S.HÎNCU, F.IONESCU, R.DRĂGĂNESCU, M. POPESCU, D. DIMA (Republica Populară Română).
4. Asupra posibilităţilor de determinare prin calcul a transmiterii undelor de viitură în albii pe rîuri îndiguite - D.CIOC, F.IONESCU (Republica Populară Română).
5. Prognoza mişcării aluviunilor pe Dunăre în condiţiile albiei barate (aplicaţie la UHE Porţile de Fier) - R.AMAFTIESEI, E.RĂZVAN (Republica Populară Română).

V. Prognoza în perioada de îngheţ

(referent V.STĂNESCU - Republica Populară Română).

1. Prognoza creşterii nivelului Dunării ca urmare a unui zăpor izolat - I.ZSUFFA (Republica Populară Ungară).
2. Prognoza apariţiei podului de gheaţă pe Dunărea Inferioară - P.MIŢĂ (Republica Populară Română).
3. Posibilităţi de prognozare a nivelurilor pe Dunărea inferioară în condiţiile existenţei podului de gheaţă - C.DIACONU (Republica Populară Română).
4. Prognoza de scurtă durată a îngheţului pe Dunărea românească - M.STAN (Republica Populară Română).
5. Calculul datei apariţiei gheţii pe Dunărea inferioară - A.I.AFANASIEV (U.R.S.S.).

VI. Prognoza modificării regimului apelor subterane

(referent R.CĂDERE - Republica Populară Română).

1. Îmbinarea metodelor hidrologice şi experimentale pentru elaborarea prognozei apelor subterane din zonele aluvionare ale Dunării - V.ZAJICEK, V.HALEK (Republica Socialistă Cehoslovacă).
2. Situaţia regimului apelor subterane în depresiunea Karaboaz în condiţiile existenţei construcţiilor energetice pe Dunăre - B.CIOCIKOV (Republica Populară Bulgaria).

3. Prognoza apelor subterane - V.CSOBOC (Republica Populară Ungară).

VII. Diverse probleme legate de elaborarea prognozelor hidrologice

(referent D.LĂZĂRESCU - Republica Populară Română).

1. Succesele obţinute şi experienţa cîştigată în domeniul prognozelor de scurtă durată a nivelului apelor în Ungaria în ultimii zece ani - K.BODY (Republica Populară Ungară).
2. Relaţii grafice şi numerice în prognoza hidrologică - W.LASZLÖFFY (Republica Populară Ungară).
3. Legile principale ale formării bilanţului şi regimului hidrologic în bazinul Dunării - I.UJVARY (Republica Populară Română).

METODE GENERALE DE PROGNOZĂ CURENTĂ ASUPRA SCURGERII

D.Lăzărescu x)

În categoria de prognoze curente intră prognozele care se întocmesc cu regularitate zilnic, la 2 - 3 zile, pentadal, decadal sau lunar : aceste prognoze se referă fie la valori instantanee, fie la valori medii pe 1, 2 , 3, 5, 1o şi 3o zile; anticiparea acestor prognoze variază între o zi şi zece zile de obicei şi se pot considera prognoze de scurtă şi mijlocie durată.

Metodele de prognoză curentă se împart în două clase mari :

a) Metode bazate pe legile mişcării apei în reţeaua hidrografică ;

b) Metode bazate pe legile proceselor ce se produc în bazinul hidrografic.

Pe baza legilor mişcării apei în reţeaua hidrografică s -au stabilit o serie de metode concrete de prognoză ca : metoda valorilor corespondente, metoda tendinţei, metoda rezervelor de apă din albiile sistemului hidrografic, metoda curbelor de scădere. Aceste metode sînt mai precise şi mai comode, întrucît folosesc numai date din măsurători hidrometrice. Metodele din clasa (b) ţin seama fie global, fie detaliat de legile formării scurgerii ce provine din precipitaţii sau din zăpada topită, ca de ex. metoda hidrografului unitar, metoda izocronelor, metoda afluxului lateral, etc. care permit prognozarea hidrografului viiturilor.

În prezentul referat general ne-am preocupat numai de metodele de prognoză care se aplică în mod curent, în mod independent de starea specială a apei rîului, cum ar fi viiturile

---

x) Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice - Bucureşti

sau apele mici ; lucrările referitoare la metodele de prognozare a apei în aceste din urmă situaţii vor fi trecute în revistă în referatul general II, respectiv III.

În afară de aceste metode, pot apare şi altele care se bazează pe luarea în considerare a legilor care caracterizează ambele clase de mai sus ; este cazul, de ex. al metodei rezervelor de apă din albii care ţine seama şi de afluxul intrat în reţea în perioada de anticipare.

În legătură cu aplicarea metodelor de prognoză există două probleme importante şi anume :

a) evaluarea exactităţii metodei pentru a determina valoarea sa practică înainte de a o pune în aplicare şi

b) determinarea erorilor rezultatelor prognozelor elaborate pe baza metodelor de prognoză.

Metodele de prognoză curentă au făcut obiectul comunicărilor şi în primele două conferinţe ale ţărilor dunărene (de la Budapesta din 1961 şi de la Graz din 1963).

La prima conferinţă, K. Szesztay a prezentat o metodă de prognoză zilnică a nivelurilor pe Dunărea ungară pe baza secţiunii longitudinale a variaţiei de la o zi la alta a nivelurilor.

La a doua conferinţă A.I. Afanasiev a prezentat corelaţiile de prognozare a debitului mediu lunar de la mira Orşova cu anticipare de 5 zile pe baza volumului de apă din albiile sistemului hidrografic şi relaţia de prognoză a debitului minim decadal la acelaşi post pe baza debitelor de la 4 posturi din bazinul de recepţie, iar D. Lăzărescu, corelaţiile de prognozare la acelaşi post hidrometric, Orşova, a debitelor medii pe 5 zile cu anticipare de 5 zile şi a debitelor medii decadale cu anticipări de 5 şi 10 zile tot pe baza volumului de apă din albiile sistemului hidrografic.

La actuala conferinţă, în domeniul prognozelor curente s-au prezentat două lucrări privind metodele propriu-zise de

prognozare (H.Krisch " Prognoze hidrologice pentru Dunăre în aval de gurile Innului " şi D. Lăzărescu " Prognoza de scurtă durată a debitelor de apă de la postul hidrometric Alba Iulia pe rîul Mureş pe baza rezervelor de apă din albiile rîurilor şi a afluxului de apă din reţeaua hidrografică") şi o lucrare care analizează erorile prognozelor curente (L. Goda " In legătură cu problema prognozelor de lungă durată a nivelurilor apei în sectorul mijlociu al Dunării").

În lucrarea sa,H. Krisch expune metoda de prognoză de scurtă durată a debitelor ce intră în centrala hidroelectrică de la Jochenstein de pe Dunăre.

În esenţă, metoda de prognoză a debitelor de la un post din aval constă din luarea în considerare a debitelor de la posturile hidrometrice din amonte precum şi a afluxului intermediar ; cu ajutorul acestei metode se pot afla debitele de pe Dunăre şi Inn înainte de confluenţa lor ; pe baza acestor debite se poate da prognoza pentru Jochenstein.

Dacă între punctul de confluenţă a Innului cu Dunărea şi Jochenstein cad precipitaţii importante, se ţine seama şi de afluxul intermediar determinat ca diferenţă între debitul de la Jochenstein şi suma debitelor Dunării şi Innului înainte de confluenţa lor.

Prognozele se întocmesc în mod curent la ora 8 dimineaţa pentru următoarele 24 de ore ; la ora 17 se fac eventuale corectări. În acest fel, CHE Jochenstein poate cunoaşte din timp mărimea şi data producerii debitului maxim.

Autorul nu dă detalii suficiente asupra modului de transmitere pînă la Jochenstein a debitelor ceea ce ar fi fost interesant de ştiut, deoarece timpiide ajungere din Dunărea bavareză şi din Inn pînă la Jochenstein sînt foarte diferiţi.

De asemenea, referentului nu îi este suficient de clar avantajul acestei metode în comparaţie de exemplu cu metoda debitelor corespondente, întrucît autorul nu prezintă măcar sumar o analiză a erorilor rezultate în urma aplicării metodei folosite.

În lucrarea sa, D. Lăzărescu propune o îmbunătăţire a rezultatelor aplicării metodei de prognoză de scurtă durată a debitelor pe baza rezervelor de apă din albiile reţelei hidrografice prin luarea în considerare a afluxului de apă intrat în albii în perioada de anticipare.

Expresia finală pe baza căreia se elaborează prognozele este:

$$\bar{Q}_{n+t+T} = \left[W_{n(T)}\right] + \sum_{n+t}^{n+t+T} q_i \bar{R}$$

unde $Q_n + t + T$ este debitul mediu pe perioada T (egală cu 1/2 zile, 1 şi 2 zile, etc) cu anticiparea t (egală cu intervalul de la data întocmirii prognozei n pînă la data începerii perioadei T).

Schema acestei relaţii este următoarea : (schema de la 1/3); $f/W_{n(T)}$ reprezintă debitul determinat pe baza rezervei de apă din albii $W_{n(T)}$ în momentul n din sectoarele reţelei hidrografice care sînt mărginite de două izocrone : una cu valoare t , iar cealaltă cu valoarea t + T , iar

$$\sum_{n+t}^{n+t+T} q_i \bar{R}$$

reprezintă debitul ce depinde de afluxul de apă q provenit din precipitaţiile lichide căzute anterior momentului n şi care intră în reţea după acest moment (în perioada de anticipare) şi de ordonatele curbei $\bar{R} = f(\tau)$ care este curba de deplasare a apei prin albiile reţelei hidrografice.

Afluxul de apă q se determină pe baza precipitaţiilor lichide x, a coeficientului de scurgere η şi a ordonatelor $(\frac{\Delta \omega}{F})$ curbei suprafeţelor elementare relative ale scurgerii pe versanţi care arată modul de ajungere a apei din precipita ţiile de la locul de cădere pînă la reţeaua hidrografică.

Pentru curba $\bar{R} = f(\tau)$ se foloseşte suma a două sinusoide, una avînd perioada jumătate din perioada celeilalte.

Verificînd aplicarea acestui adaos provenit din precipita - ţii la viiturile sezonului de primăvară din anii 1962, 1963 şi 1964 se constată că prognozele se îmbunătăţesc cu 5-40%

în comparaţie cu prognozele elaborate numai pe baza rezervelor de apă din albii (fig. 7/I-3).

Deşi metoda dă rezultate pozitive, prin faptul că este laborioasă şi că în calculul afluxului se pot introduce mari aproximaţii - în special din cauza coeficientului de scurgere - ea nu poate fi aplicată în mod curent decît la un număr restrîns de posturi.

In lucrarea sa, L. Goda analizează pe baza datelor din 1960-1964, precizia prognozelor nivelurilor lunare pe sectorul mijlociu al Dunării, elaborate pe baza relaţiilor ce ţin seama de rezerva de apă din albii. Autorul foloseşte în analiză erorile relative ale prognozelor $\beta = \frac{\Delta H}{H_a}$ unde ΔH este diferenţa dintre nivelul prognozat şi cel realizat, iar Ha amplitudinea variaţiei nivelurilor pe perioada multianuală. Pentru a aprecia eficienţa metodei de prognoză analizată se compară valorile β cu valorile $\beta^x = \frac{\Delta H'}{Ha}$ unde H'reprezintă abaterea normalei faţă de nivelul realizat.

Cu alte cuvinte,se compară rezultatele prognozelor,date după relaţiile bazate pe rezerva de apă din albii cu rezultatele prognozelor date după valoarea normală (medie multianuală) a nivelurilor caracteristice lunare, această din urmă prognoză fiind cu totul simplu şi comod de aplicat.

Din compararea rezultatelor celor două metode (tabelele 2 şi 4/I-2) rezultă că repartiţia lor pe clase de procente este aproximativ aceeaşi, ceea ce duce la concluzii cam pesimiste asupra justificării metodei bazată pe rezervele de apă din albii.

Pentru a califica eficienţa prognozelor, autorul foloseşte un grafic de legătură între β şi β/β^x pe care delimitează patru zone corespunzătoare calificativelor : bine, satisfăcător, slab şi nesatisfăcător (fig. 3/I-2).

Cercetînd cauzele erorilor înregistrate, (ca mărime şi semn) autorul constată că perioada 1960 - 1964 a fost din punct de vedere al scurgerii sub normală şi semnalizează ponderea im-

portantă a precipitaţiilor căzute în perioada de anticipaţie a prognozelor.

Referentul consideră introducerea comparaţiei cu normala ca un fapt pozitiv întrucît numai astfel se poate aprecia eficienţa metodei. Însă, folosirea amplitudinii în analiza erorilor e legată de o serie de neajunsuri datorită faptului că amplitudinea nu caracterizează prea bine variaţia reală a şirului de date (vezi articolul lui E.G. Popov şi V.N. Parşin din lucrările Ţ.I.P. 84/1959). Ar fi fost mai bine de folosit pentru caracterizarea eficacităţii metodei de prognoză, indici de determinare în componenţa cărora intră - pe lîngă eroarea tip a metodei - ecartul mediu patratic al variabilei prognozate în raport cu schimbarea medie din perioada acoperită de prognoze (vezi Ghidul lucrărilor hidrometeorologice cap. 6 - Varşovia 1964).

Lucrarea lui L. Goda prezintă pentru prima oară în cadrul conferinţelor de prognoză ale ţărilor dunărene, o analiză specială şi unitară a erorilor de aplicare a unei metode de prognoză, ceea ce este un fapt pozitiv. Considerăm că ar fi fost util ca autorul să compare erorile cazurilor concrete de prognoză, cu erorile metodei menţionate de autorul relaţiilor de prognoză.

. . .

În general, în domeniul prognozelor curente la această conferinţă s-au prezentat lucrări puţine ; lucrul se explică probabil prin aceea că diverşii specialişti au studiat pînă acum cu precădere aceste metode, ajungîndu-se deja la consacrarea multor metode cum ar fi : metoda valorilor corespondente, metoda tendinţei, metoda rezervelor de apă din albii, etc. care sînt uşor de aplicat şi suficient de precise.

Conferinţele noastre vor putea face numai precizări ale limitelor de aplicare şi unele perfecţionări ale tehnicii de aplicare a metodelor de prognoză.

Discuţii

A.I.AFANASIEV (U.R.S.S.) subliniază necesitatea ca în metoda de prognoză de scurtă durată pe baza rezervelor de apă din albii să se ţină seama şi de precipitaţiile care cad sau care au efect şi în perioada de anticipare. Pentru fiecare bazin există o anumită suprafaţă pînă la care efectul precipitaţiilor s-ar putea neglija şi peste care trebuie să se ia în considerare precipitaţiile.

H.KRISCH (Austria) după ce prezintă unele detalii ale metodei folosite de el, arată că precizia metodei este de 10 % pentru valori mici, de 5 % pentru valori medii şi de 3-4 % pentru valori mari.

A.BECKER (Republica Democrată Germană) s-a interesat dacă în aplicarea metodei bazate pe rezervele de apă din albii s-a ţinut seama de lucrările hidrotehnice din bazin şi care a fost criteriul de separare a sezoanelor.

C.DIACONU (Republica Populară Română) consideră că titlul referatului general nu este conform cu conţinutul său, întrucît metodele generale se ocupă de toate fazele regimului de scurgere.

De asemenea, subliniază necesitatea unei colaborări strînse în viitor între ţările dunărene prin schimbul de date, publicaţii şi manifestări ştiinţifice organizate în cadrul Deceniului Hidrologic Internaţional pentru problemele de hidrologie din bazinul Dunării.

M.PODANI (Republica Populară Română) a scos în relief necesitatea unei informări reciproce cu date şi prognoze între ţările dunărene.

D.LĂZĂRESCU (Republica Populară Română) arată că titlurile referatelor generale prezentate la conferinţă au un caracter convenţional ad-hoc şi nu reprezintă o clasificare a domeniilor prognozelor hidrologice.

Răspunzînd delegatului A.Becker în privinţa modalităţii de aplicare a metodei rezervelor de apă din albii, arată că în bazinele studiate lucrările hidrotehnice nu au jucat un rol important în modificarea regimului, aşa încît nu s-au luat în considerare. În ce priveşte sezoanele, acestea s-au considerat astfel: primăvara (IV - V), vara (VI - IX), toamna (X - XI).

Referentul se declară de acord cu celelalte remarci cu caracter general făcute în timpul discuţiilor.

PROGNOZA APELOR MARI

Gh.Platagea x)

Cele trei lucrări prezentate la Conferinţă studiază problema prognozării scurgerii maxime privitoare la afluenţii Dunării.

In literatură sînt studiate într-un mod cu mult mai deplin problemele de prognoză pe rîurile mari. Problema prognozelor scurgerii, îndeosebi acele provenite din ploi, pe rîurile mici (aşa cum în mod just arată autorii lucrărilor recenzate de mine cu privire la această problemă)este studiată în literatura de specialitate într-un mod cu mult mai nesatisfăcător. Se ştie că la formarea scurgerii maxime participă două categorii de factori:

1. Constanţi sau puţin variabili în timp pentru bazinul respectiv, printre care se numără caracteristicile bazinului : forma şi suprafaţa, pantele, gradul de fragmentare, gradul de împădurire, gradul de înmlăştinire al solului, pătura vegetală, etc.

2. Variabili în timp : precipitaţiile (cantitatea lor, repartiţiile pe teritoriu şi în timp, durata şi intensitatea) precum şi gradul de umezire al bazinului care determină însuşirile sale de infiltraţie şi deci şi pierderile. Factorii acestor două categorii sînt în strînsă conexiune ; în rezolvarea problemelor practice este destul de dificil să se ţină cont de toţi, iar uneori chiar imposibil. Acest lucru a fost arătat în mod just de W. Kresser în lucrarea sa (II-3).

Hidrologii din diferite ţări caută să ia în considerare la rezolvarea problemelor practice cu privire la progno-

x) Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice - Bucureşti.

za scurgerii maxime, factorii cei mai reprezentativi care caracterizează nu numai procesul formării scurgerii în genere, ci şi condiţiile fizico-geografice concrete din bazinul de recepţie respectiv.

Lucrările de prognoză a viiturilor, prezentate la conferinţă ţin de asemenea seama de cele spuse mai sus.

E. Schimo, de pildă, în lucrarea sa : "Cu privire la posibilitatea prognozei scurgerii de primăvară în bazinele Carpaţilor Cehoslovaci" (II-2) analizează posibilitatea prognozării scurgerii de primăvară pe rîurile teritoriului respectiv pe baza evaluării detaliate a condiţiilor fizico-geografice concrete şi a factorilor principali care formează scurgerea.

Alegerea factorilor principali a fost făcută de autorul lucrării pe baza analizei argumentelor fizice, practice şi statistice. Printre factorii principali autorul include rezerva de apă din stratul de zăpadă, sau indicele acesteia la data emiterii prognozei, precipitaţiile din perioada de primăvară respectivă şi indicativul capacităţii de infiltraţie a solului, la data menţionată.

În bazinele cu sol slab permeabil, autorul recomandă (ca o simplificare extremă) să se determine volumul scurgerii de primăvară, ca funcţie a acumulării de zăpadă din timpul iernii şi a precipitaţiilor din perioada de primăvară.

Avînd în vedere deficienţele materialelor de observaţii, autorul se opreşte asupra problemei determinării indirecte a rezervei de apă din stratul de zăpadă.

Ca primă aproximaţie autorul propune să se pornească de la datele privitoare la înălţimea stratului de zăpadă, ţinînd seama de reducerea înălţimii sale odată cu timpul cu ajutorul relaţiei.

$$h_x = h_o \; X^{-0,3} \text{ (după I. Martineţ)}, \quad (1)$$

în care :

h - înălţimea iniţială a stratului de zăpadă ;

h_o - înălţimea stratului de zăpadă după x zile.

Densitatea iniţială a zăpezii este luată de autor egală cu o,1. În mod just, autorul arată însă că mărimea precipitaţiilor totale din timpul iernii, chiar cea mai exactă nu poate fi un indicator satisfăcător al acumulării de zăpadă în timpul iernii, în bazinele teritoriului considerat.

De aceea, E. Schimo propune să se ia în consideraţie alternanţa temperaturilor pozitive şi negative ale aerului ţinîndu-se seama de formarea scurgerii din topirea zăpezii.

Autorul porneşte de la indicatorul de acumulare a zăpezii η propus de L. Serra, determinat ca :

$$n = \frac{|m|}{\Delta} 100\% \qquad (2)$$

în care :

m - mărimea medie a temperaturilor medii zilnice ;

Δ - diferenţa dintre mărimea medie a temperaturii maxime zilnice a aerului (M) şi mărimea medie a temperaturii minime zilnice a aerului (m).

Avînd în vedere repartizarea inegală a precipitaţiilor în timp, E. Schimo, foloseşte acest indicator pentru intervale de timp mai scurte şi calculează pierderile de precipitaţii totale pe unitate de timp respectiv prin relaţia :

$$A_{k_n} = A_{k_{n-1}} + X_n \eta - T_n \varphi \qquad (3)$$

în care :

A_{k_n} - indicatorul mărimii de acumulare a zăpezii pentru intervalul de timp considerat (n)

$A_{k_{n-1}}$ indicatorul mărimii de acumulare a zăpezii pentru intervalul de timp (n-1).

T_n - suma temperaturilor medii zilnice pozitive ale aerului în intervalul de timp (n) ;

η - coeficientul de topire al zăpezii (în mm) la 1^{o}/zi.

Datorită lipsei de date din observaţii, coeficientul se ia, conform datelor din literatură φ = 2,2 mm la 1^{o+}/zi. In ceea ce priveşte saturaţia cu umezeală a bazinului, autorul recomandă, în lipsa datelor din observaţii să fie caracterizat ă prin analiza scurgerii din perioada de iarnă într-un interval de timp destul de mare înainte de începerea scurgerii de primăvară.Pentru determinarea caracteristicii capacităţii de infiltraţie (adîncimii de îngheţ a solului) - la începutul perioadei de primăvară - se recomandă să se folosească suma temperaturii medii zilnice negative a aerului, în perioada anterioară de iarnă.

În legătură cu această lucrare, trebuie relevat faptul că autorul ei se limitează la analiza posibilităţilor teoretice de prognoză a volumului scurgerii de primăvară. Ar fi interesant de văzut ce rezultate practice se obţin la prognoză, determinînd factorii principali prin metodele menţionate mai sus.

Ni se pare că în cazul de faţă, înlocuirea datelor cantitative ale factorilor principali - în speţă rezerva de apă în stratul de zăpadă - prin indicatorii lor indirecţi, poate duce la erori mari şi deci, la concluzii nesigure deoarece este vorba de un teritoriu muntos. În afară de acestea,densitatea iniţială a zăpezii luată egală cu o,1 este convenţională, deoarece alţi autori o consideră în mod diferit, ceea ce duce la mărimi diferite ale volumului scurgerii în cazul aceluiaşi strat de zăpadă.

Problema prognozării viiturilor pe rîurile mici este analizată de W. Kresser în lucrarea sa " Cu privire la problema prognozării viiturilor pe rîurile mici " (II - 3). Dacă se va ţine seama de faptul că în prezent se pune tot mai acut problema valorificării rîurilor mici, prognoza scurgerii maxime pe aceste rîuri capătă o importanţă tot mai mare. Avînd în vedere acest lucru, autorul, pe baza exemplului rîului Pielah la postul hidrometric Hofstetten (bazinul este situat în zona

prealpină a Austriei), cu o suprafaţă a bazinului de recepţie, este egală cu F = 29o km^2, propune metoda prognozării viiturilor. La baza metodei propusă este pusă relaţia dintre scurgerea maximă a rîului şi cantitatea (suma pe trei zile) a precipitaţiilor lichide şi solide în bazin, ţinînd seama de umezirea solurilor înainte de viitură şi de temperatura aerului în perioada precipitaţiilor.Cantitatea precipitaţiilor ca factori principali ai metodei propuse, se determină după datele staţiilor meteorologice, ca o valoare medie aritmetică.

Relaţiile obţinute sînt satisfăcătoare (fig. 2, 3, 4/II-3). În fig. 2 este dată relaţia dintre debitul maxim al apei (m^3/s) şi suma precipitaţiilor în cele trei zile precedente. Marea dispersare a punctelor din această relaţie,se produce după părerea autorului din cauza influenţei inegale a precipitaţiilor din zone diferite pe de o parte şi datorită ponderii diferite a precipitaţiilor din zilele precedente, ca rezultate ale gradului diferit de umezire a solului în bazin înainte de viituri pe de altă parte.

Avînd în vedere influenţa diferită a gradului de umezire al bazinului, autorul arată că precipitaţiile din zilele precedente au o pondere diferită în formarea viiturii şi pe baza prelucrării materialului existent rezultat din observaţii curente a găsit că relaţia cea mai satisfăcătoare dintre debitul maxim (m^3/s) şi precipitaţii se obţine atunci cînd precipitaţiile căzute cu o zi înainte de ploaia principală se iau cu coeficientul o,7 iar precipitaţiile căzute cu 2 zile înainte de ploaia principală se iau cu coeficientul o,3 (fig. 3). Cauza abaterilor mari a unor puncte în fig. 3(II-3) este explicată de autor pe baza analizei datelor efective ale observaţiilor. El a găsit că în aceste cazuri concrete devierile depind de existenţa stratului de zăpadă în partea superioară a bazinului şi de variaţia temperaturii aerului, debitul obţinîndu-se micşorat la tempera-

turi mici ale aerului şi la căderea unei părţi a precipitaţiilor sub formă de zăpadă şi invers, obţinîndu-se mărit la o cantitate mică de precipitaţii şi la temperaturi mari ale aerului.

Pe baza celor spuse mai sus, autorul enunţă relaţia generală sub forma :

$$HQ = f\left[h_{N,i} \sum_{i-n}^{i-1} \bar{h}_N T_i S(T_i)\right] \qquad (4)$$

în care:

HQ - debitul maxim în m^3/s ;

$\bar{h}_{Ni}$- ploaia principală în intervalul de timp i, în mm ;

$\sum_{i-n}^{i-1} \bar{h}_N$ - ploaia medie ponderată precedentă, pentru intervalul de timp de la i-1 la i-n ;

T_i - temperatura aerului în timpul căderii ploii ;

$S(T_i)$-starea zăpezii în intervalul de timp i.

Toate componentele relaţiei (4) au fost conexate de autor sub forma nomogramei din fig. 4 (II-3).

În primul cadran al nomogramei, pe axa abscisei, este înscrisă ploaia principală în intervalul de timp i, în mm ; în cîmpul punctelor - suma medie ponderată a precipitaţiilor din zilele precedente pe intervalul de timp de la i-1 la i-n ; pe axa ordonatelor este înscrisă suma medie ponderată a precipitaţiilor în intervalul de timp de la i la i-n. În al treilea cadran, pe axa ordonatelor este înscrisă grosimea zăpezii în cm, iar în cîmpul punctelor - temperatura aerului ; pe axa absciselor - suma precipitaţiilor în mm, în intervalul de timp de la i la i-n, ţinîndu-se seama de acumularea şi topirea zăpezii, autorul luînd densitatea zăpezii, la determinarea stratului de apă din topirea zăpezii, egală cu o,2. În al treilea cadran este reprezentată relaţia dintre debitul maxim (m^3/s) şi precipitaţiile medii ponderate, ţinîndu-se seama de topirea sau acumularea zăpezii. In cadranul al patrulea este dată cheia limnimetrică. Nomo-

grama întocmită dă posibilitatea unei operativităţi mari în prognoză. Ni se pare însă necesară precizarea în continuare a metodei, în sensul unei analize mai detaliate a factorilor care determină pierderile scurgerii din bazin.

Coeficienţii constanţi o,3 şi o,7 adoptaţi în această metodă, pentru precipitaţiile căzute anterior, sînt convenţionale într-o oarecare măsură, deoarece la grade diferite de umezire a solului înaintea viiturilor, ponderea precipitaţiilor din zilele precedente în formarea scurgerii va fi diferită; cu alte cuvinte, la aceleaşi precipitaţii medii ponderate şi la grade diferite de umezire a solului înainte de viituri, scurgerea va fi diferită. În afară de aceasta, întrucît este vorba de bazine mici în care durata ploii poate fi mai mare decît timpul de propagare al apei prin albie pînă la secţiunea considerată, ar fi interesant de văzut ce legătură există între debitul maxim şi precipitaţiile care îl formează (adică partea de precipitaţii care se referă la un interval de timp mai scurt). În bazinele mici relaţia dintre debitul maxim şi suma (medie ponderată) precipitaţiilor pe trei zile nu reflectă cu totul just esenţa fizică a fenomenului. După părerea noastră trebuie avut de asemenea în vedere faptul că în condiţiile teritoriilor muntoase în care neuniformitatea căderii precipitaţiilor care generează viituri obişnuite este foarte mare ; adoptarea valorii medii aritmetice poate fi o sursă de erori în prognoze.

Problema prognozei volumului viiturilor este analizată de I. Prochazka în lucrarea " Prognoza volumului viiturilor în bazinul superior al rîului Waag " (II-I). Rîul Waag este un rîu de munte cu o suprafaţă a bazinului de recepţie F = 214o Km^2. La baza metodei propuse stă relaţia dintre volumul scurgerii şi volumul precipitaţiilor, ţinîndu-se seama de umezirea anterioară a solului.

Volumul viiturii este determinat de autor după hidrografele observate în perioada 1921 - 196o, iar volumul precipitaţiilor căzute după datele observaţiilor la 8 staţii meteorolo -

gice, ca valoare medie aritmetică.

Gradul umezirii anterioare a solului este calculat de către autor în două variante, prin includerea în relaţia Y = f(X) a variabilei (z) : a) sub forma numărului de zile între două viituri şi b) sub forma sumei precipitaţiilor într-un interval de timp de lo zile înainte de începutul viiturilor.

Relaţiile obţinute (fig.2,3/II-1) sînt destul de satisfăcătoare şi reflectă legitatea fenomenului, îndeosebi în varianta b, unde umezirea anterioară a solului în bazin se calculează prin suma precipitaţiilor pe lo zile înainte de începerea viiturii. Metoda permite să se obţină o prognoză cu anticipare minimă de 12 ore.

Trebuie relevată împrăştierea destul de mare a punctelor corelaţiei în ambele variante. Avînd în vedere caracterul muntos al bazinului de recepţie şi amplasamentul posturilor meteorologice între 6oo - looo m înălţime, în timp ce cumpăna apelor bazinului trece la nord şi la sud la altitudini de 2ooo m ni se pare că se poate obţine o precizare ulterioară a metodei prin organizarea unor observaţii a precipitaţiilor la altitudini mai mari şi prin determinarea valorii medii ponderate a precipitaţiilor în bazin.

Metoda este destinată prognozării volumului viiturii, ceea ce este foarte important la exploatarea hidrocentralelor.Ar fi interesantă extinderea şi la prognoza debitului şi nivelului în profilul de închidere al bazinului.

În încheiere, relevînd importanţa ştiinţifică şi practică a lucrărilor recenzate, aş dori să subliniez necesitatea unor studii ulterioare în vederea precizării metodelor de prognoză a viiturilor, pe rîurile mici. În acest sens este foarte important să existe pentru toate bazinele date sigure cu privire la elementele principale ale regimului hidrometeorologic. Aceasta se referă îndeosebi la precipitaţii şi la indicatorii de umezire ai solurilor. Este lesne de înţeles de pildă că organizarea observaţiilor cuvenite privind acest important element cum este stratul de zăpadă, este o proble-

mă foarte complexă. Trebuie însă recunoscut că numai prin măsurători directe se pot evita erorile mari care se introduc în calcule la determinările indirecte.

D i s c u ţ i i

V.STĂNESCU (Republica Populară Română) face unele consideraţii asupra volumului de apă provenit din topirea zăpezilor, propunînd diverse procedee pentru luarea în considerare a stării umidităţii solului, care influenţează coeficientul de scurgere; aceste procedee ar fi:

- luarea în considerare, pe lîngă suma precipitaţiilor din timpul toamnei şi a sumei temperaturilor pozitive din timpul iernii, aceasta caracterizînd stratul de zăpadă parţial topit;
- introducerea precipitaţiilor din perioada de anticipare;
- introducerea unui parametru care să caracterizeze topirea zăpezii din perioada de anticipare, ca de exemplu intensitatea (media) temperaturii pozitive a aerului.

Timpul de anticipare în perioada de primăvară este o variabilă ce depinde de desfăşurarea fenomenului fizic al topirii zăpezilor după dinamica izoliniei de $0^{o}C$.

A.I.AFANASIEV (U.R.S.S.) consideră că în legătură cu prognoza apelor mari cu alimentare şi din zăpadă sînt importante două probleme: 1) determinarea rezervei de apă din zăpadă într-un anumit punct din bazin, şi 2) interpolarea pe teritoriu.

În legătură cu prima problemă, este de remarcat că metodele folosite în prezent dau rezerva în văi, nu pe versanţi, iar totalizatoarele folosite pe versanţi nu dau valori corecte; azi se încearcă metode noi perfecţionate, cum ar fi folosirea izotopilor sau expediţiile mobile.

În legătură cu problema a doua, este neapărat necesar a se lua în considerare relaţia cu altitudinea, dar aceste relaţii trebuie să fie confirmate şi de date directe cum sînt cele obţinute prin ridicări aerofotogrametrice.

Vorbitorul s-a declarat de acord cu indicii propuşi de delegatul român V.Stănescu.

C.MOCIORNIŢĂ (Republica Populară Română) arată că factorii mai importanţi în calculul viiturilor din ploi, în cadrul Institutului de studii şi cercetări hidrotehnice, sînt:precipitaţiile, temperaturile, sezonul, debitul dinaintea viiturii, starea de umiditate a solului. De asemenea, arată unele procedee de determinare a acestora,cum sînt: calculul ca medii ponderate a precipitaţiilor şi temperaturilor medii pe bazin şi alegerea ca indice al umidităţii solului a sumei pe 3o zile a precipitaţiilor zilnice medii ponderate pe bazin, afectate de un coeficient care ţine seama de depărtarea zilei în raport cu începutul viiturii. Vorbitorul preconizează că în ce priveşte numărul staţiilor pluviometrice de luat în considerare pentru calculul viiturilor din ploi, acesta să fie de o staţie la loo - 2oo km^2 în bazinele care au în cuprinsul lor dealuri şi munţi şi care au mărimea de 5oo - looo km^2; de asemenea este necesar ca aceste staţii să fie reprezentativ distribuite pe bazin.

W.KRESSER (Austria) propune o definiţie a prognozelor de scurtă durată în sensul următor:prognozele de scurtă durată sînt prognozele care se referă la fenomene ce se produc pe o suprafaţă parţială a bazinului de recepţie.O asemenea prognoză la munte ar avea anticiparea de cîteva ore iar în bazine mari chiar de o săptămînă.

Vorbitorul consideră că pentru facilitarea procesului de deservire cu prognoze este indicat ca relaţiile să nu cuprindă decît datele de la una sau două staţii reprezentative din bazin.

V.DUMITRESCU (Republica Populară Română) prezintă unele aspecte din activitatea de cercetare a Institutului de studii şi cercetări hidrotehnice în domeniul apelor mari de primăvară. Calitatea şi eficienţa metodelor de prognoză a apelor mari de primăvară depinde în cea mai mare măsură de gradul

de cunoaştere a stratului de zăpadă, alţi factori importanţi fiind capacitatea de absorbire a solului şi frontul de topire a zăpezii. În urma unor studii preliminare, s-a ajuns la concluzia că tipurile de relaţii de prognoză sînt diferite pentru zonele de munte şi deal faţă de cele de şes.

G.PLATAGEA (Republica Populară Română). Referentul se declară de acord cu punctele de vedere susţinute de antevorbitori.

METODE DE PROGNOZARE A PERIOADEI DE APE MICI

J.Boisnard x)

Rapoartele pe care urmează să vi le prezint astăzi sînt în număr de trei. Ordinea în care le voi prezenta nu este legată de importanţa lor. Toate aceste trei rapoarte se referă la metodele de prognozare a debitelor în perioadele de ape mici, luînd în considerare descreşterea rezervelor de apă ale bazinului hidrografic respectiv. Acest domeniu a făcut şi în trecut obiectul a numeroase lucrări.Pentru a aprecia felul în care rapoartele amintite se încadrează în preocupările actuale şi pentru a înlesni discutarea lor,daţi-mi voie să reţin atenţia asupra cîtorva chestiuni de ordin general. Prognoza perioadei de ape mici se extinde asupra unei perioade de anticipare care, în general, depăşeşte cu mult timpul de propagare a apei prin sistemul fluvial.În aceste condiţii, debitele ce urmează a fi prevăzute sînt determinate de trei factori fundamentali:

- rezerva de apă din bazin în momentul elaborării prognozelor;
- regimul de epuizare a acestor rezerve, şi
- aporturile suplimentare de apă în bazin în perioada de anticipare.

Dintre aceşti trei factori, primii constituie factori iniţiali, ultimul fiind un factor ulterior (elaborării prognozei), ale cărui dificultăţi întîmpinate la evaluarea lui sînt bine cunoscute.

Pentru a evita aceste dificultăţi, metodele de prognoză ale debitelor minime se bazează în general pe analiza scurgerii

x) Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice,Bucureşti

apei din rezervele din bazin, după încetarea oricărui aport de apă din exterior. Există două căi, esenţial diferite în ceeq ce priveşte principiul lor de rezolvare a acestei probleme.

Prima constă în studierea fenomenului hidrologic global, cea de a doua se sprijină pe analiza aprofundată a factorilor genetici ai scurgerii şi a interdependenţei lor.

In ciuda dificultăţilor, importante cercetări au fost iniţiate pe această a doua cale, singura care, în mod absolut evident, se bazează pe premise ştiinţifice riguroase.

La ultima Adunare Generală a U G G I (Berkeley 1963), numeroase comunicări au analizat îndeosebi relaţiile dintre apele de suprafaţă şi cele subterane.

Astfel, de exemplu, A.I.Subbotin prezintă o metodă aplicată cu succes în U.R.S.S. la elaborarea prognozelor pe o durată de mai multe luni, cu ajutorul relaţiilor dintre nivelurile apelor subterane şi debitele din perioadele de ape mici; H.C. Riggs (S.U.A.) - pornind de la influenţa efectelor diferitelor straturi acvifere asupra curbelor de descreştere, prezintă o metodă de construcţie sintetică a acestor curbe; Gy.Kovacs (Ungaria) se ocupă de relaţiile dintre apele mici din toamnă şi regimul apelor subterane; H.Dieler (Germania) expune rezultatele obţinute prin studierea acţiunii reciproce dintre apa de suprafaţă şi stratul acvifer pe Rin; P.J.Wemelsfelder (Olanda) analizează problema persistenţei debitelor rîurilor în corelaţie cu rezervele de apă subterană, prezentînd, la cea de a II-a conferinţă a ţărilor dunărene cu privire la prognozele hidrologice (Graz 1963) şi unele aspecte interesante privind prognoza debitelor Rinului.

Tinînd seama de dificultăţile ce izvorăsc din metodele bazate pe studiul genetic al fenomenelor hidrologice, este absolut firesc ca, paralel cu aceste metode, să se consacre un mare număr de lucrări unei mai bune aplicări a metodelor empirice. După cum se ştie, acestea constau în construirea curbelor de descreştere ale hidrografului global pe baza

datelor asupra debitelor din perioadele secetoase.Experienţa a dovedit că, în multe cazuri, aceste curbe sînt cel mai bine descrise cu ajutorul funcţiunilor exponenţiale sau hiperbolice.

Formele cel mai ades întîlnite sînt:

Pentru funcţiunile exponenţiale:

$$(Q(t) = (Q_o - q)1^{-kt} + q \qquad (1)$$

în care Q reprezintă debitul iniţial, q - debitul de bază, t - timpul, şi k - un parametru numeric:

$$Q(t) = Q_o 1^{-kt^n} \qquad (2)$$

care introduce un parametru numeric suplimentar "n".

$$Q(t) = Q_o 1^{-kt} \qquad (3)$$

care este una din formulele cele mai vechi, datorată lui Maillet (1905).

Pentru funcţiunile hiperbolice:

$$Q(t) = \frac{\alpha}{t^n} + q \qquad (4)$$

în care α şi n sînt parametri de ajustare.Relaţiile (1) şi (4), cu termeni liberi, sînt construite pentru cursurile de apă cu mari rezerve subterane sau care sînt alimentate de gheţari sau de zăpezi veşnice, debitul de bază apropiindu-se în mod asimptotic de o valoare constantă.

Condiţia fundamentală necesară la folosirea curbelor de descreştere pentru elaborarea prognozelor, este stabilitatea acestora. Acesta este, de altfel,aspectul cel mai discutat al metodei.

Curba de descreştere a hidrografului global este sinteza curbelor de descreştere a scurgerii superficiale, a scurgerii hipodermice şi a scurgerii subterane, fiecare dintre aceste trei componente avînd propriile sale caracteristici

de scurgere. Proporţia în care aceste componente participă la formarea debitului global este deci variabilă, datorită instabilităţii curbelor de descreştere. În genere se obişnuieşte a se folosi metode de aproximare destul de simpliste, la trasarea curbei medii a descreşterii. Z. Kaczmarck (Polonia), în raportul său prezentat la conferinţa pentru prognoze de la Budapesta, în 1961, şi, mai recent, E.J.Gumbel (S.U.A.)[x] au adus contribuţii esenţiale prin aplicarea metodelor statisticii matematice la prelucrarea datelor, metode reluate de M.B.Fiering (S.U.A.)[xx] în 1964, şi adaptate pentru calculul efectuat la maşini electronice.

Se cuvine a menţiona de asemenea raportul prezentat de K. Szesztay la conferinţa pentru prognoze de la Budapesta (1961), care introduce în corelaţie factori de corecţie suplimentari (Q min cu lo zile înaintea prognozei şi corelaţii cu nivelurile corespunzătoare din amonte).

Voi prezenta comunicările care fac obiectul acestui raport începînd cu cel al lui M.Balco. Acest raport se ocupă de aplicarea într-o situaţie concretă, cursul superior al rîului Waag la postul hidrometric Liptovski Mikulaş, a unei metode de prognozare a perioadelor de ape mici pe baza separării componentelor hidrografului global de descreştere. Autorul admite ca ipoteză fundamentală că punctul de curbură maxim al curbei de descreştere marchează momentul de separare a scurgerii de suprafaţă de scurgerea subterană. Coordonatele (Q_c, t_c) ale acestui punct vor trebui deci să corespundă razei de curbură minime.

Potrivit lucrărilor anterioare ale autorului, curbele de descreştere pe teritoriul Cehoslovaciei pot fi aproximate printr-o relaţie exponenţială de forma:

$$Q_t = Q_o e^{-\alpha\sqrt{t}} \qquad (5)$$

---

x) E.S.Gumbel: Statistical Forecast of Droughts, Bul.AIHS, 1963.

xx) M.B.Fiering: A Markovmodel for Low-flow Analyses, Bul. AIHS, 1964.

Calculînd pentru secţiuni succesive din curba de descreştere valorile razei curburii exprimate prin relaţia

$$q = \frac{(1 + Q'^2)^{3/2}}{Q''} \qquad (6)$$

s-a putut construi grafic, pentru diferitele valori ale parametrului de ajustare α , curbele de variaţie ale razei de curbură (q) în raport cu timpul (fig.1). Timpul (t_c) care arată momentul de separare a scurgerii de suprafaţă de scurgerea subterană este determinat de minimul acestor curbe.

Valorile t_c permit deducerea debitelor corespunzătoare acestor valori (Q_c) pentru diferite valori ale parametrului α, şi construirea în felul acesta a unei relaţii între Q_c şi α:

$$Q_c = \frac{3.95322}{\alpha \log e} \qquad (7)$$

Aceste valori substituite în relaţia (1) permit deducerea expresiei

$$t_c = \frac{\log^2 \frac{Q_o}{Q_c}}{(\alpha \log e)^2} \qquad (8)$$

Pentru cazul concret studiat - rîul Waag la staţia Liptovski Mikulaş, avînd un bazin hidrografic de 1106,4 km^2, s-a ajuns, prin aplicarea relaţiilor citate mai sus, la concluzia că curbele de secare sînt reprezentate prin porţiuni ale curbei de descreştere avînd valori sub 50 m^3/s şi un coeficient de secare mediu α = 0,114.

Rezultă pentru curba de secare:

$$Q_{sub} = 324\ e^{-0,114\sqrt{t}} \qquad (9)$$

Această relaţie poate fi utilizată la prognozele perioadelor de ape mici, cu condiţia cunoaşterii valorii maxime a scurgerii subterane, considerată de autor în momentul de vîrf al viiturii şi care constituie punctul de plecare al

curbei de secare. Această valoare rezultă din adăugarea la debitul de bază a surplusului de debit (ΔQ_{sub}), care se datorește reîncărcării alimentării straturilor acvifere subterane în timpul creșterii viiturilor.

In conformitate cu lucrările anterioare ale autorului, surplusul de debit poate fi obținut în funcție de debitul de vîrf al viiturii Q_k și de debitul de bază (Q_H), potrivit relației:

$$\Delta Q_{sub} = 3,5492\ Q_k^{0,489} Q_H^{-0,1968} \qquad (1o)$$

Succesiunea operațiilor necesare elaborării prognozelor poate fi urmărită în figura 3. În cazul viiturilor cu două vîrfuri, schema operațiilor este prezentată în figura 4.

Analizînd un număr de 74 viituri pluviale survenite între 1921 și 1964 (aprilie-septembrie), autorul ajunge la concluzia că metoda este aplicabilă cu bune rezultate pentru prognoza de 1o zile, putînd fi continuate, după trecerea acestei perioade de timp, pentru durate succesive de cîte 5 zile. Figura 5 reprezintă corelația dintre debitele reale și cele calculate pentru o durată de 1o zile, iar în figura 6 se poate vedea corelația pentru o durată de 5 zile începînd din ziua a 1o-a.

Precizia rezultatelor este dată în tabelele 3 și 4.

Drept comentariu, aș voi să subliniez, în primul rînd, interesul pe care îl prezintă acest studiu pentru posibilitățile de abordare a problemei prognozei perioadelor de ape mici pornind de la analiza componentelor scurgerii globale. Unele aspecte ale procedeelor folosite de autor cer însă unele explicații suplimentare.

În primul rînd, în ceea ce privește procedeul utilizat la separarea curbei de secare de restul curbei de descreștere, ar fi interesant să se cunoască considerațiile care l-au determinat pe autor să definească ca punct de separare pe curba de descreștere punctul corespunzător curburii maxime.

Este lesne de arătat că parametrul numeric care defineşte curba este în funcţie inversă de timpul parcurs de apă pentru a ajunge la profilul de închidere.

Fiecare componentă a debitului hidrografului, ajungînd la profilul de închidere pe o cale diferită, curbele de descreştere ale scurgerii superficiale, ale scurgerii hipodermice şi ale scurgerii subterane vor avea fiecare caracteristicile lor proprii. Curba de descreştere a hidrografului global va constitui sinteza acestor diverse curbe de descreştere elementare. Punctul de curbură maxim al curbei globale va fi deci dependent de proporţiile variabile cu care fiecare componentă participă la debitul global.

Astfel, curbura maximă se poate produce cu mult înainte de începerea secării, atunci cînd influenţa scurgerii hipodermice se face resimţită în mod determinant în alura curbei de descreştere. Tinînd seama de faptul că fracţiunea de debit care constituie scurgerea poate atinge valori importante (pînă la 8o % din debitul total, în unele cazuri speciale), ar fi util să se cunoască condiţiile de valabilitate ale criteriului admis pentru separarea componentelor hidrografului.

În al doilea rînd, ar fi interesant de a avea informaţii suplimentare privind ipoteza admisă de autor, şi anume că valoarea maximă a debitului subteran se produce simultan cu vîrful viiturii. În general, se observă o rămînere în urmă a scurgerii de suprafaţă faţă de cea subterană, fapt, de altfel, în concordanţă cu fizica fenomenului. Rezultatele lucrărilor efectuate în acest domeniu, şi pe care le-am enumerat doar sumar la începutul acestui raport, ne îngăduie să apreciem că folosirea datelor provenite din observaţiile asupra stratului acvifer ar putea fi de mare utilitate pentru a lămuri această problemă.

Raportul prezentat de I.Kunsch prezintă rezultatele obţinute prin utilizarea curbelor de descreştere ale hidrografului

global la rîurile din Cehoslovacia.Relaţia folosită este o exponenţială dublă, la fel cu cea prezentată în raportul lui M.Balco, şi care a fost găsită valabilă şi pentru rîurile care fac obiectul studiului lui I.Kunsch.Printre aceste rîuri se află şi rîul Waag la postul Liptovski Mikulaş, care face obiectul studiului lui M.Balco.Pentru stabilirea relaţiilor de prognoză, autorul foloseşte două metode.

Prima constă în determinarea, cu ajutorul procedeelor de anamorfoză logaritmică, a parametrului numeric β al relaţiei exponenţiale, adică exponentul de ordinul 1. (Exponentul de ordinul 2 are o valoare constantă pe tot teritoriul ţării, egală cu o,5). Relaţiile obţinute sînt prezentate în tabela 3. Întrucît rezultatele nu au fost satisfăcătoare, chiar şi prin elaborarea unor relaţii separate pentru diferite perioade de descreştere,autorul a încercat să construiască corelaţii lineare între valorile consecutive ale debitelor, exprimate în mărimi nedimensionale (raportate la valorile maxime ale debitelor).Un exemplu se poate vedea în figura 2. În figura 4 sînt prezentaţi coeficienţii corelaţiilor dintre diferite combinaţii ale valorilor consecutive. Autorul consideră că aceste valori indică corelaţii destul de apropiate, ceea ce justifică utilizarea lor la prognoza perioadelor de ape mici. Au fost construite şi corelaţii care exprimă relaţiile dintre cele trei valori succesive (fig.3). În ce priveşte Dunărea la Bratislava,corelaţiile stabilite pentru un decalaj de 5-7 zile pot atinge, după părerea autorului, un mare grad de precizie, dacă se introduce ca variabilă suplimentară durata perioadei precedente în care nivelurile apei au depăşit nivelul înregistrat în momentul elaborării prognozei.

În afara observaţiilor pe care le-am făcut cu privire la stabilitatea curbelor de descreştere, mai trebuie remarcat că cele două procedee nu diferă în fond. Regresia lineară între valorile consecutive este o formă transformată a relaţiei exponenţiale, considerînd valoarea $e^{-\beta\sqrt{t}}$= a constantă, ceea ce dă:

$$Q_2 = aQ_1 \qquad (11)$$

Ca urmare, diferenţa rezultatelor dintre cele două procedee s-ar putea explica fie prin tehnica diferită la trasarea dreptelor de regresie în cele două procedee, fie prin aceea că curbele de descreştere nu sînt destul de bine reprezentate prin funcţia exponenţială admisă. De altfel, regresia din figura 2 ar putea indica mai curînd rezultatul transformării unei relaţii exponenţiale cu un termen liber. Aş voi să remarc că, în ce priveşte rîul Waag la staţia Liptovski Mikulaş, cele două rapoarte apreciază pentru parametrul de ajustare valori diferite (o,174 - o,253 în primul raport, şi o,434 în cel de-al doilea). Poate că autorii ar putea să ne lămurească în această privinţă.

Al treilea raport, al lui D.Lăzărescu, prezintă de asemenea o aplicaţie a regresiei lineare, de data aceasta la debitul mediu lunar al Dunării la Oltenita.

Relaţia de bază este o exponenţială cu termen liber, care, transformată pentru debite consecutive, dă expresia

$$Q_2 = aQ_1 + (1-a)q \qquad (12)$$

în care q este debitul de bază şi $a = e^{-kt}$.

Autorul a luat în considerare numai valorile cu o abatere sub lo % faţă de valorile din luna precedentă, pentru a elimina valorile puternic influenţate de aportul de apă suplimentară. Valorile care fac obiectul prognozelor sînt valorile debitelor garantate şi, firesţe, relaţiile pot fi construite numai pentru perioadele iulie-februarie.

Caracteristicile corelaţiilor sînt prezentate în tabela 1. După părerea autorului, corelaţiile pot fi considerate destul de strînse (apropiate) pentru a fi utilizate la prognoze. Pe baza unei analize a erorilor, autorul ajunge la concluzia că metoda dă rezultate comparabile cu cele obţinute prin metoda rezervelor de apă din reţeaua fluvială şi că

poate fi aplicată cu rezultate acceptabile atît la prognoza debitelor lunare ale lunii imediat următoare (cu erori sub 2o %), cît şi pentru prognoza debitelor pentru cea de a doua lună (cu erori pînă la 25 %).

Procedeul ales de autor derivă din metoda curbelor de descreştere ale hidrografului global, ale cărui aspecte mai importante le-am subliniat.

Alegerea unei relaţii cu termen liber este justificată pentru Dunăre la Oltenita, unde se poate conta în permanenţă pe un debit de bază important. Dar regresia exprimată prin relaţia (12) nu poate fi considerată lineară decît în cazul cînd "q" este o constantă. Or, valorile anuale ale debitelor minime ale Dunării arată variaţii substanţiale în diferiţii ani, ceea ce indică că şi valorile debitelor de bază variază de la un an la altul. Influenţa acestor variaţii asupra preciziei valorilor debitelor prevăzute nu ar fi lipsită de interes.

O asemenea analiză s-ar putea face scriind relaţia (12) sub forma:

$$(Q_2 - q) = a(Q_1 - q)$$

în care q ar reprezenta valorile debitelor minime din fiecare an. Evident, corelaţiile dintre debitele de bază şi nivelurile apelor subterane ar putea fi utile dacă s-ar dispune de datele necesare.

Aş mai vrea să subliniez un aspect cu privire la cele două din urmă rapoarte.

După cum s-a remarcat, aceste rapoarte prezintă rezultatele aplicării la situaţii concrete a unor metode bazate pe curba de descreştere a hidrografului global, fără a recurge la analizarea componentelor scurgerii globale. În general, s-au făcut numeroase asemenea aplicaţii. Pentru a aprecia cît de interesante sînt rezultatele obţinute, ar trebui să se cunoască aspectele particulare ale cazului studiat, să

se cunoască prin ce se deosebesc de condiţiile generale, pentru ca în acest fel să se poată explica valabilitatea rezultatelor obţinute cu ajutorul acestor metode simplificate. Într-adevăr, interesul relativ pe care îl prezintă diferitele rezultate obţinute prin utilizarea acestor metode, nu rezidă atît în detaliile aplicării lor sau în verificarea lor pe cale experimentală, pentru cîteva cazuri, cît în studierea cît mai completă a domeniului de valabilitate a fiecărei din aceste metode, şi a limitelor utilizării lor. Putem spera, deci, ca în discuţiile în jurul referatelor, autorii să se refere cît mai mult cu putinţă la acest subiect. Să ţinem seama că, pentru cazul rîului Waag la staţia Liptovski Mikulaş, există o oarecare bază pentru o asemenea discuţie, întrucît pentru această staţie au fost prezentate două rapoarte: unul în care se tratează o metodă de prognoză construită pe baza analizei componentelor debitului, cealaltă sprijinindu-se numai pe valorile globale ale debitelor hidrografului de descreştere.

În concluzia raportului meu, aş putea doar să insist asupra importanţei prognozelor perioadelor de ape mici. Interesul major acordat metodelor de prognoză a viiturilor, care se bucură de un oarecare drept de întîietate, se explică prin aceea că a fost mai important să te aperi de acţiunea distructivă a inundaţiilor, decît să foloseşti resursele de apă.

Totuşi, ţinînd seama de importanţa crescîndă a cantităţilor de apă consumată pentru satisfacerea nevoilor populaţiei, industriei şi agriculturii, fapt care duce la bilanţuri tot mai apropiate între necesarul de apă şi disponibil, este absolut evident că prognozele debitelor în perioadele de ape mici sînt cel puţin la fel de importante ca şi celelalte categorii de prognoze. In această privinţă, hidrologilor le revin sarcini importante şi anevoioase.

D i s c u ţ i i

M.BALČO (Republica Socialistă Cehoslovacă) se referă la unele părţi din lucrarea sa, insistînd asupra a două probleme şi anume asupra separării între curba de scădere şi curba de secare şi asupra coincidenţei culminaţiei superficiale cu cea subterană.

C.MOCIORNIŢĂ (Republica Populară Română) consideră că metoda curbelor de secare duce la rezultate aproximative, ca urmare a subiectivismului ce intervine la separarea hidrografului subteran de cel superficial şi ca urmare a imposibilităţii sintetizării influenţei tuturor factorilor prin exponentul α.

Vorbitorul atrage atenţia asupra faptului că stabilirea curbei teoretice de scădere trebuie făcută numai pentru porţiunea de hidrograf care ar reprezenta scurgerea subterană şi nu pentru întreaga curbă de descreştere.

J.BOISNARD (Republica Populară Română) : Corectitudinea rezultatelor obţinute în prognoza debitelor minime prin folosirea curbelor de descreştere a hidrografelor, a subliniat referentul, depinde de posibilitatea de a separa componentele acestor curbe şi în special de a preciza curba de secare

Discuţiile purtate şi explicaţiile date de autori în această problemă ne permit să apreciem că diferitele metode grafice sau analitice de separare a curbelor de descreştere, luînd în considerare numai forma lor, sînt mai mult sau mai puţin arbitrare.

Organizarea unor cercetări sistematice asupra componentelor scurgerii va contribui la o mai bună cunoaştere a fenomenului şi în acest fel, prin introducerea unor parametri suplimentari, se vor putea deschide noi perspective în aplicarea metodei.

HIDRAULICA SCURGERII ŞI PROCESE DE ALBIE

D.Cioc [x)]

Pentru elaborarea prognozelor hidrologice, se recurge din ce în ce mai des la metodele de hidraulică fluvială. Această tendinţă este complet justificată, avînd în vedere că, pe lîngă procesele superficiale care contribuie la formarea viiturilor, un rol important în formarea debitelor şi mai ales a nivelurilor revine proceselor care se produc în albiile rîurilor şi care au ca rezultat modificări, uneori de mare importanţă, ale caracteristicilor viiturilor.

Acesta este cazul mai ales al rîurilor mari, care au o secţiune transversală destul de dezvoltată, în albia cărora undele de viitură sînt supuse la modificări importante în timpul propagării lor, modificări rezultate în urma acumulării şi a altor fenomene secundare. Fenomenul propagării undelor de viitură a devenit o problemă clasică a hidraulicii fluviale şi în acelaşi timp a hidrologiei.

Caracterul lent variabil al mişcării apei în undele de viitură indică utilizarea ecuaţiilor lui Saint Vénant care, alături de condiţiile iniţiale şi la limita fenomenului, ne dau, din punct de vedere teoretic, soluţionarea problemei.

Dar calculele sînt atît de dificile încît, încă acum cîţiva ani, se putea citi în unele tratate de hidrologie destul de cunoscute, că integrarea ecuaţiilor lui Saint Vénant este utilizabilă în practică numai în cazurile destul de simple şi care, prin urmare, nu prezintă nici un interes particular.

---

x) Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti

Din această cauză s-au dezvoltat metodele aşa zise "hidrologice" care din ecuaţiile lui Saint Vénant iau la bază ecuaţia numai de continuitate, ecuaţia mişcării fiind introdusă într-un mod doar indirect.

În această primă categorie care se referă în acelaşi timp la hidraulică şi la hidrologie, se numără metodele elaborate de McCarthy, Kalinin, Miliukov şi alţii, acestea fiind în acelaşi timp hidraulice şi hidrologice.

Nu clasific în această categorie metodele pur hidrologice care utilizează corelaţiile sau transformările directe ale hidrografelor şi care constituie o categorie aparte, a doua categorie.

În sfîrşit, metodele hidraulice propriu-zise care folosesc integrarea ecuaţiilor lui Saint Vénant aparţin categoriei a treia.

Lucrările lui Massau, Hristianovici, Ghildenblat, Craya, Stoker, Nougaro, Thirriot şi alţii şi de asemenea lucrările pe care noi le-am efectuat în legătură cu îndiguirea Dunării şi a altor cursuri de apă, indică că aceste metode aplicate mai ales cu ajutorul maşinilor de calcul electronice, pot fi folosite uşor pentru calculul propagării undelor de viitură. Durata calculului propagării unei unde de viitură de-a lungul cîtorva sute de kilometri este astăzi de ordinul cîtorva minute sau zeci de minute, în funcţie de viteza maşinii electronice, precum şi a metodei folosite.

În această situaţie se pot utiliza cu uşurinţă metodele hidraulice pentru prognozele de scurtă durată şi, împreună cu metodele generale, pentru emiterea prognozelor de lungă durată.

Dar în ceea ce priveşte aplicarea metodelor hidraulice trebuie să dăm o deosebită atenţie cîtorva aspecte:

Pentru a obţine rezultate care să justifice aplicarea metodelor hidraulice, bazate pe integrarea ecuaţiilor lui Saint Vénant, trebuie construit un model matematic destul de exact

al fenomenului, deci trebuie să avem cunoştinţe ample asupra regimului natural cît şi asupra formelor geometrice, cunoştinţe ce trebuie să fie mult mai amănunţite decît în alte procedee de calcul, implicînd prin aceasta cheltuieli suplimentare.

Este drept că acest model matematic, împreună cu algoritmul şi programul maşinii electronice, trebuie stabilite o dată pentru totdeauna, şi acest fapt neçesită iniţial o cheltuială de timp şi fonduri suplimentare.

În sfîrşit, pentru o aplicare favorabilă a metodelor hidraulice, trebuie să dispunem neapărat de un calculator electronic.

Acestea sînt cauzele pentru care ne vedem siliţi să admitem că nu se poate aborda acuma o generalizare a folosirii metodelor hidraulice, în practică. Întrebuinţînd mijloacele tehnice moderne de calcul, trebuie totodată să dăm o atenţie permanentă metodelor clasificate în prima şi a doua categorie, care prezintă avantajul de a fi foarte simple în numeroase situaţii. Conform ideii pe care o iau din raportul lui A.Svoboda, trebuie să realizăm şi unele dispozitive mecanice destul de simple pentru a facilita încă şi mai mult aplicarea metodelor hidrologice.

Pentru problemele de anvergură, pentru rîurile mari, trebuie să tindem a da posibilitatea aplicării metodelor hidraulice, ele fiind cele ce pot asigura elaborarea de prognoze pentru un domeniu destul de vast.

Un domeniu în care metodele hidraulice sînt aproape indispensabile, este cel al prevederii regimului viiturilor în albiile rîurilor care au fost transformate prin îndiguiri sau canalizare. În acest caz, singurele metode apte să ne procure rezultate acceptabile sînt metodele hidraulice.

Mai mult, acestea ne pun la dispoziţie un mijloc de luptă puternic şi bazat pe metode ştiinţifice, pentru prevenirea unor pagube importante, provocate de inundaţii, în sistemele

complexe de îndiguire - cum este deja cel al Dunării - permiţînd să se stabilească un plan raţional al necesităţii de inundare a unora din incintele îndiguite pentru a proteja în modul cel mai adecvat oraşele sau alte incinte.

Se poate considera că metodele hidraulice pentru studierea propagării undelor de viitură în legătură cu prognozarea nivelurilor şi a debitelor pe cursurile de apă, sînt satisfăcătoare aşa cum se prezintă la ora actuală, dar există încă multe din aspectele lor care mai sînt susceptibile a fi îmbunătăţite.

Există unele probleme legate de modelul matematic al fenomenului: valoarea datelor naturale în legătură cu precizia dorită, schema însăşi a modelului (întinderea sectoarelor în raport cu precizia dorită, introducerea caracteristicilor hidraulice, algoritmele şi programele de calcul, influenţa unor efecte secundare etc).

.˙.

Rapoartele clasate în grupa IV "Hidraulică fluvială" sînt în număr de cinci. Patru dintre ele se referă la problemele propagării undelor de viitură, dintre care unul (A.Svoboda) ne prezintă un integrator mecanic cu ajutorul căruia se pot rezolva ecuaţiile metodelor hidrologice, şi alte trei (Próhazka, Venetianerova, Cioc, Ionescu, Hîncu, Drăgănescu, Duma) tratează despre metodele de calcul ale propagării undelor de viitură.

Un al cincilea raport (Amaftiesei, Răzvan) se referă la prognozarea modificării albiei Dunării în sectorul Porţile de Fier după construirea hidrocentralei.

Raportul lui A.Svoboda: "Integrator mecanic permiţînd rezolvarea propagării undelor de viitură" prezintă necesitatea de a dispune de mijloace mecanizate simple pentru rezolvarea problemelor propagării undelor de viitură despre care am vorbit mai sus, făcînd totodată descrierea integratorului mecanic pus la punct de autor în acest scop.

Ecuaţiile fundamentale sînt deduse din ecuaţia de continuitate:

$$Q_p - Q_o = \frac{dV}{dt} \qquad (2/IV-1)$$

şi din ecuaţia lui McCarthy care stabileşte o legătură între debite şi volumul reţinut în limitele sectorului:

$$V = K \left[Q_p \, x + Q_o \, (1-x) \right] \qquad (1/IV-1)$$

Din aceste ecuaţii autorul deduce alte două prin eliminarea lui V, anume:

- o ecuaţie în diferenţe finite:

$$^2Q_o = C_o \cdot {}^2Q_p + C_1 \, {}^IQ_p + C_2 \, {}^IQ_o \qquad (3/IV-1)$$

pentru care coeficienţii C_o, C_1 şi C_2 urmează a fi determinaţi din figurile 1/IV-1, 2/IV-1 şi 3/IV-1, şi

- o ecuaţie diferenţială:

$$\frac{dQ_o}{dt} = \frac{Q_p - Q_o - xK \frac{dQ_p}{dt}}{K \, (1-x)} \qquad (4/IV-1)$$

Aceasta din urmă a fost aleasă, desigur, spre a fi simulată (modelată) cu ajutorul integratorului mecanic.

Schema integratorului este indicată în figura 4/IV-1. Urmărind desfăşurarea curbei debitului afluent (Q_p) se obţine în mod direct debitul defluent (Q_o) în funcţie de timp.

Dispozitivul poate rezolva şi problema atenuării unei unde de viitură într-un rezervor pentru cazul particular cînt x=o, atunci cînd acesta reproduce integratorul Harkness. Astfel, el poate fi aplicat de asemenea utilizînd metoda "rezervorului echivalent" al lui Kalinin şi Miliukov.

Autorul nu intră în detalii referitor la gradul de precizie al instrumentului, dar este de aşteptat ca acesta să aibă acelaşi ordin de mărime ca şi instrumentele similare.

Ceea ce este de subliniat, aşa cum indică şi autorul, este

că se poate construi integratorul propus cu ajutorul unei adaptări a integratorilor Pascal sau Abdank Abakonovici, avînd astfel la îndemînă un mijloc mai simplu pentru realizarea integratorului necesar la studiul propagării viiturilor.

Raportul lui T.Prochazka şi M.Venetianerova ne expun calculele efectuate pentru determinarea propagării undei de viitură din anul 1954 în sectorul Dunării de la Bratislava la Komarno, într-una din ipotezele de amenajare a fluviului.

Calculele, expuse în figura 2/IV-2, se referă la cazul în care un sector al fluviului de o lungime de circa 1oo km, este dublat de un canal lateral.

Autorii folosesc o variantă a metodei "rezervorului echivalent" după Otto Dub în ipoteza că debitele pînă la 48oo m^3/s sînt transportate fără nici o modificare pe canalul lateral.

Printr-o decalare în timp, se construieşte curba debitelor la Komarno pentru schema rezervorului echivalent în starea naturală, folosind apoi această curbă pentru studierea propagării undei formate de către Q_1 - 48oo m^3/s, Q_1 fiind debitul de la Bratislava.

Autorii ajung la concluzia că, prin construirea canalului, debitele de la Komarno vor creşte cu o anumită valoare, fapt care este în concordanţă cu ipoteza emisă iniţial asupra exploatării canalului lateral.

Metoda folosită este simplă şi uşor de folosit. Ar fi interesant să se precizeze limitele de aplicare ale acestei metode, adică să se stabilească valorile pînă la care se poate proceda prin scăderea debitelor şi să nu se ia în considerare influenţa nivelului din aval.

Cele două rapoarte care urmează fac o scurtă expunere a lucrărilor efectuate în laboratoarele de hidraulică matematică şi de hidraulică fluvială ale Institutului de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti, asupra mişcării apei în albiile naturale şi îndiguite.

Raportul lui D.Cioc şi F.Ionescu prezintă o parte din rezul-

tatele obţinute la studiul mişcării nepermanente pe Dunăre de-a lungul unui sector de circa 1000 km, precum şi pe unele rîuri din interior, luîndu-se în considerare posibilitatea de a utiliza rezultatele obţinute pentru elaborarea prognozelor referitoare la nivelurile şi debitele în albiile naturale şi îndiguite.

Metodele de calcul cu ajutorul maşinilor electronice au fost puse la punct plecînd de la ecuaţiile simplificate ale lui Saint Vénant:

$$\frac{\partial z}{\partial x} + \frac{Q^2}{Q_o^2} = o \qquad (1/IV-4)$$

$$B\frac{\partial \Omega}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial t} = o \qquad (2/IV-4)$$

folosind integrarea prin diferenţe finite pe o reţea dreptunghiulară fixă în planul x, t.

Cîteva rezultate ale acestor calcule se prezintă în figurile 3/IV-4 şi 4/IV-4.

Aceste metode se pot de asemenea folosi pentru prognoza nivelurilor pe cursurile de apă naturale sau amenajate, cu un grad de preciziune mai ridicat pentru albiile îndiguite.

Raportul ne arată că în albiile naturale mai ales apare un anume efect secundar de hysterezis hidraulic, datorit întîrzierilor la umplerea şi golirea albiei majore şi că există situaţii în care acest efect secundar se poate dovedi atît de important încît ecuaţiile lui Saint Venant - şi în speţă ecuaţia de continuitate sub aspectul formulei (2) - nu mai sînt în măsură să descrie fenomenul propagării undelor de viitură.

Un fenomen asemănător are loc pe sectorul Dunării aflat în aval de Oltenita.

Acest fapt evidenţiază existenţa unei condiţii restrictive în ceea ce priveşte utilizarea ecuaţiilor lui Saint Vénant în studiul propagării undelor de viitură.

Raportul colegilor mei, S.Hîncu, F.Ionescu, R.Drăgănescu, M. Popescu, D.Duma ne prezintă unele probleme relativ la calculul nivelurilor pe Dunăre după îndiguire, referindu-se la prognozarea regimului viitor al nivelurilor, dedus din datele actuale.

Raportul tratează în primul rînd problema coeficientului de rugozitate după îndiguire, problemă care este rezolvată prin extrapolarea corespunzătoare a datelor obţinute asupra albiei minore. Ca mijloc de extrapolare s-a folosit o formulă de tip Pavlovski:

$$C = \frac{1}{n} R^y \qquad (1/IV-3)$$

unde s-au determinat y din datele naturale existente,cu condiţia ca el să fie constant prin raport cu R sau Q. Figurile 2/IV-3 şi 3/IV-3 ne indică corectitudinea metodei, care ne oferă un mijloc simplu de a stabili formula rezistenţei hidraulice.

A doua problemă pe care o tratează raportul se referă la debitele maxime ce pot fi admise în calculul nivelurilor din albia îndiguită.

Pentru calcularea debitelor maxime de-a lungul fluviului pentru o probabilitate dată s-a utilizat formula:

$$P_2 = P_1 - P_a$$

unde P_2 este probabilitatea în aval, P_1 probabilitatea în amonte şi P_a este probabilitatea debitului unui afluent.

Raportul ne expune raţionamentul în urma căruia s-a ajuns la concluzia că,în condiţiile de pe Dunăre, se poate considera P_a = loo %. Rezultatele obţinute se apropie de cele date cu ajutorul formulei:

$$Q_2 = Q_1 \sqrt{\frac{F_2}{F_1}} \qquad (6/IV-3)$$

Pentru calculul nivelurilor a fost folosită metoda direrenţelor finite cu ajutorul calculatoarelor electronice CIFA 3 şi MECIPT - 1.

Raportul colegilor mei Amaftiesei şi Răzvan se referă la problema înămolirii biefului amonte şi a eroziunii biefului aval al centralei hidroelectrice de la Porţile de Fier, deci la prognozarea transformărilor morfologice ale albiei fluviului care vor avea în viitor efect asupra regimului nivelurilor.

Raportul înfăţişează amploarea problemei, punînd în evidenţă importanţa şi complexitatea sa, prezentînd apoi liniile de bază ale metodei de calcul adoptate.

S-a folosit un procedeu de calcul prin diferenţe finite cu 2o-3o sectoare cu Δx = lo km şi 2-6o zile, pasul variabilei t. Calculele s-au efectuat cu ajutorul unui calculator electronic CIFA 4, conform unui algoritm şi al unui program destul de complicate.

S-a ţinut cont de modificarea suprafeţei libere, de transportul aluviunilor cît şi de sedimentarea lor, şi chiar de o depunere selectivă a aluviunilor în suspensie (2/IV-5).

Unele din rezultatele obţinute s-au prezentat în figurile 5/IV-5 şi 8/IV-5.

Aceste rezultate ne arată foarte clar că, la ora actuală, avem posibilitatea să rezolvăm astfel de probleme complicate cu ajutorul tehnicii moderne de calcul, fapt pe care l-am subliniat în raport.

D i s c u ţ i i

A.SVOBODA (Republica Socialistă Cehoslovacă) scoate în evidenţă comoditatea şi suficienta precizie a metodei hidrologice de calcul a transformării undei de viitură; vorbitorul este de părere că metoda hidrologică poate fi aplicată şi la transformarea scurgerii de suprafaţă în scurgere concentrată în albie. În legătură cu integratorul prezentat, vorbitorul arată că precizia aparatului depinde de calitatea elementelor componente (ca de exemplu rezistenţele, condensatorii şi altele).

M.VENEŢIANER (Republica Socialistă Cehoslovacă) precizează că metoda studiată şi propusă de dînsa este simplă, aşa încît prognoza poate fi elaborată foarte rapid; în continuare informează că în prezent lucrează la o metodă mai exactă, bazată pe ridicări de profiluri topografice din Dunăre.

P.AMAFTIESEI (Republica Populară Română) s-a referit la rîurile mari de tipul Dunării unde pentru prognoză se poate folosi un model matematic ce are la bază integrarea ecuaţiilor mişcării nepermanente ale lui Saint Venant. Împarte rîul în trei zone şi anume:

- zona I (aval) influenţată în special de condiţia limită aval;

- zona II (centrală) influenţată în special de condiţiile iniţiale (la timpul t) şi în care prognoza poate rezulta din calcularea foarte exactă;

- zona III (amonte) influenţată în special de prognoza ce se dă condiţiei limită amonte. Din aceeaşi zonă fac parte şi sectoarele afluenţilor principali ce debuşează în rîul principal.

Sînt condiţii să se realizeze în prezent un model matematic complex care să cuprindă atît albia rîului cît şi bazinele respective care alimentează rîul.

În legătură cu mişcarea nepermanentă în albie, vorbitorul prezintă în linii mari o metodă de integrare a ecuaţiilor lui Saint Venant elaborată la Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice. Metoda are la bază rezolvarea prin aproximaţii succesive a unui sistem algebric neliniar de ordin egal cu numărul sectoarelor de calcul, folosind metoda Newton.

Referindu-se la modelul matematic amintit, vorbitorul arată că prognoza hidrologică pe lo - 15 zile ar putea fi calculată în circa 9o minute cu un calculator electronic CIFA - 1o2 şi în mai puţin de un minut cu un calculator ELLIOTT - 5o3.

M.PODANI (Republica Populară Română) ridică două probleme, una privind schimbarea coincidenţei viiturilor pe afluenţi şi pe Dunărea îndiguită în comparaţie cu regimul natural în care consideră că, datorită scurtării timpului de propagare, apare o decalare mai mare în timp între vîrfurile viiturilor pe afluenţi şi pe Dunăre şi a doua privind supraînălţările de nivel datorită îndiguirilor în care consideră că pe sectorul românesc al Dunării, aceste supraînălţări sînt compensate prin intensificarea proceselor de afuiere a albiilor.

S.HÎNCU (Republica Populară Română) arată că modificările morfologice suplimentare care se produc în albia Dunării ca urmare a îndiguirilor din luncă nu pot anihila supraînălţările de nivel produse de aceleaşi îndiguiri. Modificările morfologice se produc în general într-un timp îndelungat iar cele care au loc anual influenţează puţin capacitatea de debit a Dunării şi au un caracter ciclic, albia Dunării revenind la ape mici aproximativ la situaţia anterioară apelor mari. Anihilarea supraînălţărilor de nivel din regim îndiguit, ca urmare a afuierilor din albie, ar fi posibilă numai dacă în regim natural viteza curentului nu depinde la ape mari de valoarea debitului aferent albiei minore.

Măsurătorile efectuate în trecut pe Dunăre infirmă o asemenea posibilitate. De altfel, îndiguirile efectuate pe Dunăre, pe alte sectoare, de exemplu pe teritoriul Republicii

Socialiste Federative Iugoslavia, au condus la supraînălţări de nivel de circa 1,3o m, la ape mari, foarte apropiate de valorile determinate prin calcul.

Deocamdată nu dispunem de măsurători de debite la viitura din 1965 pe Dunăre, pentru a compara fenomenul fizic cu modelul de calcul.

Îndiguirea albiei majore a Dunării modifică hidrograful debitelor în lungul Dunării şi produce creşterea debitelor maxime în comparaţie cu regimul normal.

Cheile limnimetrice în regim îndiguit exprimă capacitatea de debit a sectorului de albie în aval de secţiunea de referinţă şi nu depind de valoarea debitului dezatenuat ca urmare a îndiguirilor din amonte de secţiunea de referinţă.

D.CIOC (Republica Populară Română) : Comunicările şi discuţiile în cadrul temei IV - Hidraulica fluvială - au arătat posibilităţile care există de a se folosi pe o scară mai largă calculele hidraulice în prognozele hidrologice pe marile fluvii. Cu ajutorul maşinilor electronice de calcul pot fi efectuate în timp scurt calculele de mişcare nepermanentă care dau posibilitatea să se stabilească nivelurile şi debitele în diferite secţiuni ale unui fluviu pe baza datelor anterioare.

Referitor la problemele ridicate de către M.Podani în legătură cu chestiunea coincidenţei viiturilor, este evident că prin îndiguire se schimbă viteza de propagare a undelor pe fluviu şi deci, pentru fiecare viitură concretă, situaţia coincidenţei cu viitura de pe afluenţi este diferită. Calculele efectuate în Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice au arătat acest lucru pentru viitura din 1897. În aprecierea efectului acestei schimbări a coincidenţei trebuie însă să se ţină seama atît de caracterul statistic al fenomenului, cît şi de modul în care viiturile de pe afluenţi contribuie la formarea nivelurilor şi debitelor pe fluviu.

În ce priveşte a doua problemă, vorbitorul consideră prematur

să se tragă concluzii cantitative înainte de desfăşurarea viiturii. În ceea ce priveşte aspectul calitativ, este evident că datorită îndiguirilor masive efectuate înainte de viitura din 1965, nivelurile vor creşte pe tot sectorul îndiguit faţă de situaţia naturală. Cercetarea capacităţii de transport a aluviunilor, la care s-a referit M.Rodani, există, însă ea este mult prea mică pentru a putea realiza pe durata unei viituri transportul sau depunerea unor cantităţi considerabile de material în albie, care să poată avea efecte considerabile asupra nivelurilor.

PROGNOZA ÎN PERIOADA CU FENOMENE DE IARNĂ

V. Stănescu[x)]

Cele cinci rapoarte pe care le analizează referatul sînt prezentate într-o ordine care nu este determinată de importanţa lor. Trei dintre acestea tratează despre metodele de prognozare a datei de apariţie a formaţiunilor de gheaţă, iar celelalte două se ocupă de prognoza supraînălţărilor de niveluri ale apei, datorite rezistenţei producerii de gheaţă sau a zăpoarelor.

În domeniul prognozei supraînălţărilor de niveluri datorate zăpoarelor, nu au existat pînă în prezent decît unele încercări cu caracter particular, o metodică bine precizată nefiind încă suficient fundamentată. De aceea putem considera că aportul adus de către cele două referate deşi constituie un început în acest domeniu, reprezintă un pas important făcut pentru prognozarea unor fenomene atît de complexe. Conţinutul celorlalte trei referate care au ca scop prognozarea apariţiei formaţiunilor de gheaţă (sloiuri sau pod de gheaţă) reprezintă unele încercări de a perfecţiona în continuare metodele aplicate pînă în prezent. Pentru a aprecia felul în care rapoartele sus menţionate se încadrează în preocupările actuale şi pentru a facilita discuţiile pe marginea acestora, vă rog să-mi permiteţi a reţine mai întîi atenţia asupra unor chestiuni de ordin general.

Preocupările cele mai recente au condus la elaborarea unor metode de prognoză a producerii formaţiunilor de gheaţă, cu posibilităţi de aplicare în practică. Dintre acestea se cuvine a menţiona lucrarea " Prevederea regi-

---

x) Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice - Bucureşti.

mului gheţii de pe rîuri cu privire specială asupra Dunării", prezentată la a doua conferinţă a ţărilor dunărene asupra prevederilor hidrologice Graz - 1963, de către W. Laszlóffy şi K. Szesztay. Pornind de la cunoaşterea temperaturii apei în momentul în care temperatura aerului coboară sub 0°C şi a temperaturilor negative în perioada de anticipare, necesare formării podului de gheaţă, autorii prezintă o metodă de determinare a datei apariţiei gheţurilor pe Dunăre.

În cadrul aceloraşi preocupări se cuvine a aminti metoda elaborată de L. G. Suleakovski şi V. D. Komorov pentru prognozarea podului de gheaţă care se bazează pe stabilirea unor relaţii aproximative între volumul de apă al rîului şi temperatura negativă a aerului, ca un indice al pierderilor de căldură. Într-o lucrare prezentată în volumul de studii nr. 80/1962 al Institutului hidrologic de stat din Leningrad, T. N. Macarevici şi Z. A. Efimova prezintă o metodă de prognoză de lungă durată a gheţurilor pe Dunăre, bazată pe analiza hărţilor sinoptice meteorologice în care tipizarea acestora în perioada premergătoare apariţiei formaţiunilor de gheaţă conduce la posibilitatea de prognozare a acestora cu un timp de anticipare variind între 1,5 - 2,5 luni.

De asemenea se cuvine să menţionăm încercările din Republica Populară Bulgaria de către St. I. Stefanov şi Hr. Jalovski în scopul analizei condiţiilor sinoptice legate de iernile puternice din anii 1946/ 47 şi 1953/ 54.

Apariţia formaţiunilor de gheaţă este un fenomen deosebit de complex rezultat din acţiunea combinată a o serie de factori dintre care unii se condiţionează reciproc.

În principal apariţia formaţiunilor de gheaţă depinde de următorii factori fundamentali :

- temperaturile negative ale aerului din perioada anterioară producerii fenomenului, care sînt factorii cu cea mai mare influenţă ;

- temperatura apei în momentul trecerii temperaturii aerului sub 0°C ;

- debitul de apă din perioada formării gheţii.

Una din dificultăţile cele mai importante în elaborarea prognozei producerii formaţiunilor de gheaţă o prezintă prognozarea temperaturilor negative ale aerului pentru care metodele existente nu prezintă încă o certitudine suficientă.De aceea unii dintre cercetători au căutat să excludă acest inconvenient scurtînd timpul de anticipare şi adoptînd ca criteriu principal al alegerii momentului de prognozare data apariţiei aşa numitei " temperaturi critice" fără de care producerea gheţei nu poate avea loc.

Este evident că această metodă nu se bazează în mod riguros pe analiza factorilor genetici ai fenomenului, dar prezintă avantajul că nu include şi abaterile prognozei temperaturilor aerului din perioada de anticipare.

Un asemenea tip de problemă este tratat în referatul prezentat de către Maria Stan " Prognoza de scurtă durată a înghe-ţului pe Dunărea romînească " / V-4 /. În lucrare se prezintă metodele folosite pentru prognozarea sloiurilor şi a podului de gheaţă pe sectorul românesc al Dunării.Metoda de prognozare a apariţiei sloiurilor se bazează pe admiterea unor principii de calcul exprimate explicitat prin relaţia :

$$t_s - t_{\theta_{cr}} = f\left(\theta^-_{med}, \theta^+_{med}, \Delta H\right)$$

în care :

t_s - data apariţiei sloiurilor în zilele cu începere de la 1.XII

$t_{\theta_{cr}}$ - data apariţiei temperaturii critice (în zile) cu începere de la 1 decembrie ;

θ^-_{med} - valoarea medie a temperaturilor negative zilnice ale aerului înregistrate anterior datei critice;

θ^+_{med} - valoarea medie a temperaturilor pozitive medii zilnice ale aerului înregistrate într-un interval de 18 zile anterior datei critice ;

ΔH - abaterea nivelului apei de la valoarea medie normală la data critică ;

Autorul consideră ca punct de plecare a prognozei, temperatura critică a aerului.

Conform principiului adoptat nu poate avea loc producerea sloirilor fără a se produce această temperatură critică. După părerea autorului, temperatura critică este un parametru care variază în limite relativ strînse proprie fiecărui punct studiat. Pe baza relaţiei 1 se prezintă exemplificarea din fig. 1/V-4 pentru postul Galaţi un sistem de grafice coaxiale cu ajutorul cărora se determină data cea mai probabilă de apariţie a sloiurilor în funcţie de elementele cunoscute la data producerii temperaturii critice.

Metoda de prognozare a apariţiei podului de gheaţă are la bază principii asemănătoare cu cele descrise mai sus care pot fi exprimate prin relaţia :

$$t_p - t_{cr} = f\left(\sum \theta^-, t_{\theta_{cr}}, \Delta H\right) \qquad (2)$$

$t_{\theta_{cr}}$ - data calendaristică a apariţiei temperaturii critice ;

t_p - data apariţiei podului de gheaţă ;

$\sum \theta^-$ - suma temperaturilor negative din perioada cuprinsă între data apariţiei lor şi ziua producerii temperaturii critice ;

ΔH - abaterea nivelului de la valoarea normală la data apariţiei datei critice.

Ca şi în cazul prognozei producerii sloiurilor, autorul adoptă ca punct de plecare al prognozei, apariţia temperaturii critice fără de care producerea podului de gheaţă nu poate avea loc.

Pe baza relaţiei (2) s-au construit în fig. 2/V-4 pentru portul Brăila graficele coaxiale de prognozarea podului de gheaţă în funcţie de elementele cunoscute la data producerii elaborării prognozei.

În final, autorul prezintă o apreciere a calităţii metodelor folosite pe baza analizei statistice a erorilor prognozei

şi compararea acestora cu erorile posibile în cazul folosirii abaterii naturale (faţă de medie) a fenomenelor din care rezultă că pentru prognoza sloiurilor, abaterile sînt sub 2o% pentru un număr de cazuri cuprins între 76 - 82 % ; iar pentru prognoza podului de gheaţă abaterile sînt sub 2o% pentru un număr variind între 8o - 88%.

Drept comentariu al acestei lucrări aş vrea să subliniez în primul rînd, operativitatea de lucru prin aplicarea metodelor indicate de autor în raport. Raportorul nu a putut să elucideze din conţinutul lucrării unele aspecte privind în special criteriile admise şi, în acest caz, unele informaţii suplimentare ar fi bine venite.

Astfel considerăm că ar fi util să se cunoască condiţiile de validitate ale alegerii parametrilor ΔH care reprezintă abaterea nivelului apei de la valoarea medie normală la data critică. Considerăm că parametrul trebuie să aibă semnificaţii fizice diferite în cazul apariţiei sloiurilor şi apariţiei podului de gheaţă. În cazul apariţiei sloiurilor, parametrul ΔH exprimă indirect volumul de apă care trebuie să fie supus răcirii în perioada premergătoare apariţiei sloiurilor, iar în cazul producerii podului de gheaţă el exprimă în mod indirect valoarea vitezelor de la suprafaţa apei care influenţează considerabil apariţia podului de gheaţă. De aceea, ni s-ar părea indicat să cunoaştem mai detaliat problemele pe care şi le-a pus autorul în alegerea acestui parametru. Un alt aspect interesant a fi subliniat şi discutat îl constituie ipoteza admisă de autor privitoare la neglijarea influenţei temperaturilor aerului din perioada de anticipare. Desigur că această ipoteză admisă caracterizează însăşi metoda, prin faptul că oferă o operativitate mare, ca urmare a nefolosirii unei prognoze a aerului care poate cuprinde şi ea unele erori ce se pot reflecta în rezultatul general. Totuşi, ar fi util dacă am obţine informaţii suplimentare de la autor privind limitele aplicabile ale metodei în cazul în care în intervalul $t_p - t_{cr}$

intensitatea înghețului se micșorează simțitor și conduce la o întîrziere a apariției ghețurilor față de data prognozată și care nu poate fi cunoscută. În sfîrșit, considerăm că este util ca autorul să-și poată exprima mai detaliat punctul de vedere privind justețea alegerii temperaturii critice care rezultă din lucrare a fi punctul de plecare al metodei.

Principiul enunțat al constanței relative a lui Θ_{cr} dedus pe baza independenței față de nivelurile înregistrate, nu convinge pe deplin asupra validității alegerii acestui parametru constant și considerăm că sînt necesare unele schimburi de păreri care ni se par în acest sens foarte utile. De asemenea, am putea sugera legarea discuțiilor privind metoda aplicată de Maria Stan și aceea propusă de P. Miță, în referatul pe care voi încerca să-l prezint în cele ce urmează .

În referatul său intitulat " Prognoza apariției podului pe Dunărea inferioară " (V-2), P. Miță se preocupă de găsirea unei metode de prognoză care are ca bază factorii genetici fundamentali ai producerii podului de gheață. In scopul elaborării unei metode pentru prognozarea podului de gheață, autorul a urmărit pentru două cazuri concrete (la Tulcea și Giurgiu) evoluția temperaturilor aerului din momentul apariției primelor temperaturi negative pînă la apariția podului de gheață.

În urma analizei efectuate în iernile în care s-a produs podul de gheață, autorul a constatat că răcirea intensă a apei se produce din momentul stabilirii perioadei continue cu temperaturi negative ale aerului (denumită perioadă stabilă) caracterizată prin intensitatea medie a temperaturilor negative ale aerului (i_t). Autorul arată în continuare că o influență sensibilă asupra producerii mai timpurii sau mai tîrzii a podului de gheață în aceleași condiții de temperaturi negative ale perioadei stabile se poate exercita și de existența posibilă a unei perioade precedente

celei stabilite în care temperaturile aerului oscilează în jurul valorii $0^{o}C$ (denumită perioadă oscilantă). În sfîrşit. existenţa unor debite de apă diferite de cele medii din perioada producerii podului de gheaţă poate influenţa producerea acestuia în mod substanţial întîrziind (în cazul debitelor mari) sau accelerînd (în cazul debitelor mici)formarea lui.

Avînd la bază aceste principii, autorul propune o metodă de prognoză a producerii podului de gheaţă care se bazează pe metoda meteorologică a temperaturii aerului şi care constă în folosirea următoarelor legături corelative exprimate sub formă grafică.

a) Legătura dintre valoarea temperaturii aerului din perioada stabilă şi numărul de zile de la apariţia acestei perioade pînă la producerea podului de gheaţă (fig.5 / V-4)

b) Legătura $\Delta n = f (\Delta Q)$ dintre valorile diferenţelor de debit faţă de debitul mediu din perioada cu pod de gheaţă şi abaterea în zile faţă de condiţiile normale datorate acestei diferenţe (fig. 6/ V-4)

c) Legătura $\Delta' n = f (i'_t)$ dintre valoarea temperaturii medii a anului în perioada oscilantă şi abaterea în zile faţă de condiţiile normale datorate existenţei acestei perioade (fig. 7/ V-4)

Aceste relaţii sînt reunite sub forma unor grafice parţiale şi prezentate în fig. 8/ V-4 şi 9/ V-4.

De la început trebuie remarcat că meritul principal al acestei originale lucrări îl prezintă analiza aprofundată a producerii fenomenului şi bazarea metodei de prognoză pe factorii genetici.

Considerăm că ar fi util ca autorul să poată da unele lămuriri suplimentare privind aplicarea metodei propusă de dînsul în situaţii anormale de evoluţie a temperaturii aerului. Din lucrare, raportorul nu a putut să desprindă particularităţile aplicării metodei în cazurile în care perioada osci -

lantă are o durată mai mare şi în consecinţă,cunoaşterea evoluţiei temperaturii aerului în perioada stabilă care ar putea urma,presupune o prognoză de lungă durată cu implicaţii corespunzătoare.

De asemenea, ar trebui să cunoaştem în ce condiţii de anticipare prognoza poate da rezultate satisfăcătoare. In sfîrşit, sugerăm o analiză a influenţei erorilor posibile ale prognozei temperaturilor asupra erorilor finale ale prognozei podului de gheaţă. După cum se observă, metoda de prognoză a podului de gheaţă propusă de P. Miţă diferă ca premiză de plecare de cea aplicată de Maria Stan, fiecare dintre acestea avînd avantajele şi dezavantajele sale. Totuşi, avînd în vedere unele elemente comune folosite de alţi autori, considerăm că o interpretare a celor două metode poate fi utilă şi bine venită. În scopul schimbării liniilor directoare ale acestei interferări posibile, solicităm întreaga capacitate a auditorului.

Raportul prezentat de A.I. Afanasiev intitulat : " Calculul datei apariţiei gheţei pe Dunărea inferioară " (V-5) analizează principalele teze teoretice şi rezultatele concluziilor lui L.G. Suleakovski, precum şi particularităţile schemei de prognoză a apariţiei gheţii pe Dunăre elaborată în Uniunea Sovietică de T. S. Buhaevskaia.

Autorul porneşte de la ecuaţia bilanţului termic în perioada de răcire a masei de apă

$$A + B = 0 \qquad (1)$$

sau

A - fluxul de căldură din masa de apă la suprafaţa de separare apă - aer ;

B - rezultanta fluxurilor termice ale schimbului de căldură prin radiaţie, prin evaporaţie sau condensare şi ale schimbului de căldură cu aerul.

Componenta din ecuaţia 1 se poate scrie sub următoarea formă simplificată :

$$A = \alpha (\theta - \theta_s)$$

în care :

α - este coeficientul de cedare al căldurii
θ - temperatura medie a apei în secţiune
θ_s - temperatura suprafeţei apei.

În condiţiile scăderii temperaturii la suprafaţa apei pînă la 0^oC, deci în momentul apariţiei îngheţului α , θ şi B va purta indicele "n" şi în acest caz,din ecuaţia 1 şi 2 se poate scrie inegalitatea :

$$\theta_n \leqslant \frac{B_n}{\alpha_n}$$

Această inegalitate reflectă condiţia necesară şi suficientă pentru începutul formării gheţii.

În scopul determinării naturii variaţiei temperaturii apei, autorul consideră că aceasta este o funcţie de mai mulţi parametri şi anume : consumul de căldură al suprafeţei apei (B) schimbul de căldură cu albia (q_a) afluxul de căldură din apele subterane (q_{sub}) şi afluxul de căldură pentru disiparea energiei (q_e).

În lucrare, autorul analizează particularităţile parametrilor B şi q_{sub} pe care-i explicitează în funcţie de alte elemente posibil a fi cunoscute sau măsurate ajungînd în final la ecuaţia diferenţială a variaţiei temperaturii în timp a apei :

$$d\theta = \frac{B + q_a + q_e + (\theta_{sub} - \theta)\tau c \varsigma}{h c \varsigma} dt \qquad (4)$$

în care

θ_{sub} - este temperatura apelor subterane
τ - afluxul specific al apelor subterane
c - căldura specifică a apei
h - adîncimea în secţiunea studiată
ς - densitatea apei

De asemenea, explicitînd expresia lui B în funcţie de diferenţa de temperaturi ale apei (θ_s) şi ale aerului (Θ), de coeficientul schimbului de căldură K şi de schimbul de căldură specific (d), în cazul în care $\theta_s = \Theta$, se ajunge la expresia :

$$B = -K(\theta_s - \Theta) + d \qquad (5)$$

Prin rezolvarea comună a ecuaţiilor (3) şi (5), ecuaţia (4) se poate scrie sub forma :

$$d\theta = \frac{\left[\alpha K + (\alpha + K)\tau c \varsigma\right]\theta + \alpha K \Theta + \alpha d + (\alpha + K)\left(q_a + q_e + q_{sub}\right)}{(\alpha + K) h c \varsigma} \qquad (6)$$

Integrînd ecuaţia (6) de la θ_o la θ_t şi de la momentul O la t în condiţiile medierii elementelor Θ, k, d, h, α q_a, q_e şi q_{sub} se prezintă următoarea variaţie exponenţială a temperaturii apei în timp :

$$\theta_t = \theta_o e^{-a} + \left(p\Theta + \tau\right)\left(1 - e^{-a}\right) \qquad (7)$$

în care : α , p şi τ depind de parametrii mai sus indicaţi: α, K, d, τ , c, ς , q_a, q_e, q_{sub}.

Autorul porneşte de la momentul în care temperatura iniţială a apei în secţiune este θ_o şi consideră că în "n" intervale de timp, temperatura aerului Θ , se poate media pentru fiecare interval.

În acest caz, pentru toate intervalele de timp t, ecuaţia (7) se poate scrie :

$$\theta_n = \theta_o e^{-na} + p\sum_{i=1}^{n}\left[\Theta_i\left(e^{-(n-1)} - e^{(n-i+1)}\right)\right] + \xi\left(1 - e^{-na}\right) \qquad (8)$$

Înlocuind în inegalitatea (3) valoarea θ_n din (8) se vor obţine condiţiile necesare ale începutului formării gheţii. În continuare, autorul expune în lucrare, modul de calcul al diferiţilor parametrii care intervin în ecuaţia 8.

Astfel, schimbul de căldură specific în cazul $\theta_s = \Theta$ se calculează din formula $d = Q + I_g + LE$ cu ajutorul grafice-

lor prezentate în figurile 2 şi 3,precum şi în tabela nr. 3, în care : $d = f(\varphi, v_m)$ unde

φ - latitudinea şi

v_m - valoarea medie multianuală a vitezei vîntului.

Calculul coeficientului schimbului de căldură K este dat în funcţie de temperatura aerului şi viteza vîntului în tabela nr. 1.

Coeficientul de cedare al căldurii α în conformitate cu relaţia reprezentată în fig. 1 va avea forma :

$$\alpha = (1745\ u + 1o6\ W)c\varrho\ cal/cm^2\ zile,grade$$

unde :

v - viteza de scurgere a apei, iar W - viteza vîntului.Ambele elemente sînt măsurabile.

Mărimile q_a sînt calculate ca medii în funcţie de φ şi h în tabela 2.

Aportul q_e se calculează cu formula :

$$q_e = \frac{\varrho u h i}{0.427} \qquad (11)$$

în care :

i - panta suprafeţei apei.

În ceea ce priveşte celelalte două elemente σ şi q_{sub}, autorul indică nişte valori medii obţinute de L. Suleakovski pentru teritoriul URSS. Acestea sînt pe scurt tezele teoretice ale lui L. G. Suleakovski, prezentate de A.I. Afanasiev în referatul său.

În continuarea lucrării se arată modul de aplicare al acestor premize teoretice în cazul concret al prognozei apariţiei gheţii pe Dunărea inferioară. Autorul arată că,în urma analizei calculelor efectuate de inginerul T.S. Buhaevskaia în punctele Reni şi Giurgiu, s-a constatat că precizia generală a acestora este de 9o% la o eroare de maximum 2 zile şi de 87% la o eroare de o zi (tabela 6). În finalul lucrării,autorul arată că pentru prognozarea îngheţului este necesar a

se cunoaşte, în perioada de anticipare, variaţia probabilă a următoarelor elemente : nivelul apei, temperatura aerului, intensitatea vîntului şi nebulozitatea.

Autorul îşi exprimă părerea că erorile de prognoză ale intensităţii vîntului şi ale nebulozităţii, se resfrîng într-o măsură mai mică în prognoza apariţiei gheţurilor, decît erorile prognozei temperaturii aerului.

Drept comentariu aş dori să subliniez de la început că, metoda prezentată este cea mai completă, întrucît ţine seama riguros de influenţa tuturor factorilor genetici ai înghe̦ţului. Desigur că, bazîndu-se pe prognoza unui număr de elemente meteorologice şi hidrologice, precizia acestei metode poate avea de suferit în anumite cazuri mai deosebite. În legătură cu aceasta, raportorul nu a sesizat din cuprinsul referatului, modul în care s-ar resfrînge unele erori mari ale prognozei celor patru elemente arătate, în aceste cazuri mai particulare. De asemenea, considerăm că ar fi utile unele explicaţii suplimentare mai detaliate decît cele prezentate în referat, nu atît detaliile aplicării metodei, cît realizarea unei eventuale simplificări ale procedeului de prognoză, avînd în vedere condiţiile particulare în care s-au folosit.
Ar fi interesant dacă autorul ar putea să arate - eventual cantitativ - modul în care limitele maxime ale erorilor de prognozare ale celor patru elemente fundamentale se resfrîng asupra erorii globale a prognozei. În sfîrşit, nu este lipsit de interes să ne gîndim la posibilitatea automatizării procesului de prognoză bazat pe această metodă, cu ajutorul maşinilor cifrice de calcul, care pe lîngă avantajul unei operativităţi mari au posibilitatea de a corecta pe parcurs, prognoza înghe̦ţului în funcţie de schimbarea parametrilor fundamentali care intră în algoritmul de calcul.

Acestea sînt problemele prezentate în legătură cu formaţiunilor de gheaţă. În cele ce urmează, vom prezenta celelalte 2 referate care se ocupă de prognoza nivelurilor în condiţiile existenţei aglomerărilor de gheaţă. Referatul prezentat de I. Zsuffa se intitulează : " Prognoza creşterii nivelului Dună-

rii ca urmare a unui zăpor izolat ". În lucrare, autorul își fundamentează metoda pornind de la evaluarea volumului de apă acumulat pe un sector dat și trecînd apoi la prognozarea nivelului din intervalul de timp în care se produce acumularea respectivă. Pe baza unor profile transversale se trasează pentru fiecare din acestea curbele de legătură între volumele acumulate și nivelurile corespunzătoare în fiecare profil dat (fig. 4). Momentele considerate de autor sînt : momentul inițial 0,care corespunde situației cu scurgere liberă, momentul în care se dă prognoza (2) în situația apariției zăporului în faza sa incipientă și momentul (3) pentru care prognozează nivelul maxim atins datorită efectului zăporului.

Pentru momentele (1) și (2), curba suprafeței este o parabolă tangentă la orizontala în profilul zăporului și la linia suprafeței libere pentru profilele din amonte.

Pe baza graficului 3 se construiește graficul 2 care reprezintă una din piesele de bază în elaborarea prognozei. De asemenea o altă piesă de bază pentru elaborarea prognozei este graficul 1 din fig. 2 în care s-a tratat variația volumului acumulat în funcție de debitele înregistrate în secțiunile amonte și aval de zăpor pentru diferite intervale de timp. Avînd la dispoziție graficele prezentate, prognoza nivelului probabil, în momentul (3), constă în următoarele :

1. Fie dat momentul (1) în care a început să se producă o supraînălțare a nivelurilor datorită zăporului format în profilul determinat.

2. Cu ajutorul graficului 2 din fig. 4/V-1 se determină volumul de apă acumulat pînă în momentul (1) conform formulei

$$V_{t_1} = S'_o + \sum_{i=1}^{n} S'_i \qquad (1)$$

unde S'_o și S_i sînt cele indicate în grafic.

3. Se adaugă la această valoare, volumul care urmează să se acumuleze pînă în momentul (2) calculat cu ajutorul graficului 1 din fig. 2/V-1.

4. Se proiectează în graficul 2 din fig. 4/V-1 punctul obţinut pe baza însumării volumelor la momentul (1) şi cele prognozate a fi acumulate între momentele (1 şi 2) pe curba profilului în care se produce zăporul. Se obţin astfel într-o primă aproximaţie, nivelul maxim prevăzut după o perioadă de timp T între momentele (1) şi (2).

5. Pe baza graficelor 2 /V-1 şi 3/ V-1 din fig. 4/V-1 cu ajutorul unor aproximări succesive se determină curba de remuu probabilă sub care se înmagazinează după un timp T volu mul calculat.

După părerea autorului, valorile obţinute trebuie corectate pe tot timpul prognozei în funcţie de schimbarea condiţiilor de capăt.

În finalul lucrării, autorul defineşte posibilităţile pentru formarea unei unde provocate de zăpoare pentru a se putea ţine seama de acestea la elaborarea prognozei.

Lucrarea, aşa cum de altfel remarcă şi autorul, nu pune la dispoziţie o metodă universal valabilă în toate cazuri le şi desigur reprezintă un început în acest domeniu de prognozare.
Ultima lucrare la care se referă raportul nostru este referatul întocmit de Diaconu Constantin, intitulat : " Posibilităţile de prognozare a nivelurilor, pe Dunărea inferioară, în condiţiile existenţei podului de gheaţă ".

Punctul de plecare în indicarea metodei propuse o constituie observaţia că în postul Orşova, producerea podului de gheaţă este un fenomen extrem de rar.

Existenţa unui asemenea post dă posibilitatea,ca pentru posturile din aval,să se calculeze supraînălţările de nivele datorite podurilor de gheaţă.

Metoda de calcul a acestor supraînălţări de niveluri constă în întocmirea corelaţiilor de niveluri în regim liber de scurgeri şi în perioada cu pod de gheaţă, între Orşova şi fiecare din punctele studiate, avînd în vedere şi timpul de pro-

gnozare al debitelor între cele două posturi (fig.1). Diferenţele de niveluri dintre cele două corelaţii reprezintă supraînălţările de nivel.

O altă metodă indicată de autor în lucrarea sa ,se bazează pe inexistenţa podului de gheaţă la ambele capete ale sectorului interior al Dunării. În acest caz, se determină prin interpolare liniară debitul în fiecare secţiune afectată de podul de gheaţă, care întrodus în cheia limnimetrică a postului conduce la determinarea nivelurilor care s-ar fi înregistrat în regim liber de scurgere.De asemenea, în fig. 3, autorul a prezentat evoluţia supraînălţărilor de niveluri datorite podului de gheaţă din iarna 1962-63 pe întreg sectorul inferior al Dunării.

Utilizînd ambele procedee pentru iarna 1962 - 63 şi pentru cîteva posturi pe Dunărea inferioară, se dau spre exemplificare în fig. 2, graficele de variaţie ale nivelurilor şi fenomenelor de îngheţ şi graficele evoluţiei supraînălţărilor.

Din analiza efectuată de autor asupra evoluţiei supraînălţărilor de niveluri în mai multe ierni, s-a constatat că evoluţia acestora are loc în mod similar, fapt prin care se ajunge la concluzia că, în general cunoaşterea valorilor ΔH în cîteva momente succesive poate să permită extrapolarea tendinţei de variaţie asupra înălţărilor datorite existenţei podului de gheaţă. În extrapolarea tendinţei de variaţie asupra înălţărilor este important să se analizeze complexul factorilcr care condiţionează fenomenul (încălziri bruşte, scăderea sub 0^{o} a temperaturii aerului, crestarea debitului etc) pentru a se putea preciza perioadele de relativă stabilitate. Prognoza de scurtă durată (1 - 5 zile timp de anticipare) se poate realiza după cum urmează :se prognozează debitele la Orşova şi, cu ajutorul cheilor limnimetrice se găsesc nivelurile în regim liber de scurgere la posturile din aval. Adăugarea supraînălţărilor prognozate la aceste niveluri conduce la obţinerea valorilor

probabile în condiţiile existenţei podurilor de gheaţă. De asemenea, autorul se preocupă în lucrare şi de găsirea unor posibilităţi de prognozare pe un termen lung (15 - 3o zile) a nivelurilor datorite podului de gheaţă.

Autorul pleacă de la premiza justă că efectul de supraînălţare a nivelurilor este cu atît mai puternic cu cît grosimea podului de gheaţă va fi mai mare. În consecinţă, se exprimă grosimea probabilă a podului de gheaţă şi implicit, durata acestuia în funcţie de suma temperaturilor negative, după apariţia acestuia (fig.5). Pe de altă parte, autorul analizează pentru două cazuri concrete (Zimnicea şi Olteniţa) şirul valorilor maxime ale supraînălţărilor pe o perioadă de 22 ani şi recomandă adoptarea unei valori a supraînălţărilor ΔH către limita superioară a şirului ordonat în cazul unei valori D mari şi invers. În încheierea lucrării, autorul îşi exprimă părerea că pe parcursul realizării prognozei nivelului maxim, corectarea acestuia este o necesitate evidentă.

Drept comentariu la această lucrare, menţionăm originalitatea metodei propuse şi posibilitatea de a se aplica şi în alte sectoare ale Dunării, unde datorită condiţiilor locale ale albiei (pante şi viteze mari), apariţia podului de gheaţă constituie un fenomen rar . Desigur, metoda constituie un început şi îmbunătăţirea ei prin luarea în considerare şi a altor factori o va face şi mai eficientă.

În încheiere, aşi dori să subliniez un aspect general privind toate referatele care au fost prezentate. După cum s-a remarcat, aceste rapoarte prezintă rezultatele aplicării la situaţii concrete a unor metode mai mult sau mai puţin simplificate. Pentru a aprecia cît de interesante sînt rezultatele obţinute ar trebui să se cunoască prin ce se deosebesc aspectele particulare ale cazurilor studiate de condiţiile generale pentru ca în acest fel să se poată explica valabilitatea rezultatelor obţinute în cazul aplicării metodelor simplificate. Analiza cît mai completă a domeniului de aplicativitate a fiecărei metode este de asemenea un subiect la

care sperăm că autorii se vor referi în mod deosebit.

În concluzia raportului general prezentat, aşi dori să subliniez unele progrese realizate,cu prilejul acestei conferinţe, în domeniul prognozei din perioada cu fenomene de iarnă.

Complexitatea fenomenelor studiate, unele lipsuri în ceea ce priveşte fondul de date de bază hidrometeorologice precum şi existenţa unor metode riguroase de prognoză cantitativă a fenomenelor meteorologice, creează desigur dificultăţi în elaborarea unor metode de prognoză cît mai analitice. Dat fiind însă importanţa acestora pentru economia naţională a ţărilor dunărene consider că cele mai mari eforturi ale hidrologilor pentru îmbunătăţirea acestor metode, sînt pe deplin îndreptăţite.

D i s c u ţ i i

A.I.AFANASIEV (U.R.S.S.) a făcut o serie de precizări privind modul în care erorile de prognoză a diferitelor elemente meteorologice se reflectă în eroarea generală a prognozei apariţiei fenomenelor de iarnă. De asemenea, autorul a făcut unele consideraţiuni asupra problemei ridicate în raport referitoare la posibilitatea aplicării metodelor de calcul electronic în elaborarea prognozei. În final, A.I.Afanasiev a precizat caracterul particular aplicativ al acestor metode precum şi modul de rezolvare în condiţiile specifice ale Dunării.

I.ZSUFFA (Republica Populară Ungară) s-a referit la modul practic în care se poate rezolva problema prognozei nivelurilor în cazul unui zăpor izolat. Vorbitorul a arătat unele căi practice de apreciere a debitului de apă scurs în aval de zăpor. În încheiere, autorul a precizat că metoda propusă reprezintă o primă încercare şi ea trebuie îmbunătăţită pe parcursul perioadei în care se dă prognoza.

M.STAN (Republica Populară Română) a dat unele explicaţii privind semnificaţia fizică a temperaturii critice, necesară apariţiei sloiurilor şi a podului de gheaţă, arătînd că pe baza metodei propuse s-au obţinut pînă în prezent unele rezultate promiţătoare.

P.MIŢĂ (Republica Populară Română) a insistat asupra dinamicii producerii fenomenelor de iarnă şi a prezentat în final, în mod exemplificativ, modul în care s-a rezolvat prognoza podului de gheaţă în iernile 1955/1956 şi 1964/1965.

V.STĂNESCU (Republica Populară Română) şi-a exprimat speranţa că atît lucrările prezentate cît şi discuţiile purtate vor contribui la îmbunătăţirea şi lărgirea metodelor de prognoză în perioada cu fenomene de iarnă.

PROGNOZA MODIFICARII REGIMULUI APELOR SUBTERANE

R.Cădere [x)]

În cadrul problemei care face obiectul acestui referat de sinteză, s-au prezentat trei studii cu următoarele titluri:

1. Îmbinarea metodelor hidrologice şi experimentale pentru rezolvarea prognozei apelor subterane din zonele aluvionare ale Dunării, autori V.Zajicek de la V U V - Praga, şi V.Hálek de la V V U H - Brno.

2. Variaţia regimului apelor subterane în regiunea Karaboaz, în condiţiile realizării construcţiilor energetice pe Dunăre, autor B.Ciocikov, Sofia.

3. Prognoza apelor subterane, autor V.Csobok, V I T U K I - Budapesta.

1. Dintre lucrările prezentate, prima şi a doua se ocupă în mod special de urmările viitoarelor amenajări hidrotehnice de pe Dunăre asupra regimului actual al apelor subterane, făcînd şi unele consideraţii asupra posibilităţii de a stabili relaţii de prognoză permiţînd determinarea cu anticipaţie a anumitor parametri ai regimului hidrologic, pentru scopuri de exploatare.

Ultima lucrare se ocupă în special de prognoza regimului hidrogeologic în situaţia actuală, atît în lunca Dunării, cît şi pentru izvoare de carst, arătînd limitele de valabilitate a metodelor de prognoză propuse şi făcînd doar unele aprecieri asupra posibilităţii elaborării prognozelor în regim amenajat în viitor.

---

x) Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti.

Ambele aspecte tratate implică în mod necesar studiul interdependenţei dintre regimul apelor subterane şi regimul apelor de suprafaţă, atît prin infiltraţii verticale, cît şi laterale, sub diferite unghiuri de incidenţă. Aceasta constituie una din preocupările de bază ale hidrogeologiei moderne. Problemele sînt cu atît mai dificile, cu cît se merge de la straturile freatice spre apele de adîncime.

Din acest punct de vedere, este interesant de remarcat că preocupările, pe plan mondial, se materializează în numeroase studii, aşa cum a apărut la ultimele reuniuni internaţionale de specialitate.

Astfel, la a XIII-a adunare generală a A I H S (Berkeley, august 1963) au fost prezentate studii importante, dintre care se vor aminti următoarele: M.I.Rorabanch, ca şi Sherwood şi Klein H. (S.U.A.) stabilesc relaţiile schimbului dintre apa de suprafaţă şi cea subterană în zone cu permeabilitate ridicată, pe cînd Baden şi Engelsmann (Germania) determină relaţiile schimburilor dintre apa de suprafaţă şi apa subterană în terenuri mlăştinoase, deci cu permeabilitate mică.

K.I.Smirnov şi I.B.Volfson, ca şi B.I.Kudelin şi O.V.Popov (U.R.S.S.) au evidenţiat metodele de calcul în alimentarea apelor subterane şi estimarea curgerii acestora.

Căi noi de investigare sînt determinate prin interpretarea geoelectrică a măsurătorilor de rezistivitate la delimitarea straturilor acvifere, cum o face H.Fläthe (Germania), cît şi rezultatele unor cercetări de date foarte recente. În domeniul teoriei regimului elastic, de care se ocupă V.N. Celkacev (U.R.S.S.), precum şi stabilirea curbelor de sectoare cu calculul rezervelor regulatrice, datorită lui S. Castany (Franţa).

De asemenea, la cea de a VI-a reuniune a A I H (Asociaţia Internaţională Hidrogeologică) de la Belgrad, septembrie-octombrie 1963, s-au prezentat studii importante, printre care

R.Degallier (Franţa) arată care sînt metodele pentru măsurarea alimentării directe a straturilor subterane. Evaluarea regională a apelor subterane şi stabilirea hărţilor de previziune a resurselor exploatabile în U.R.S.S. sînt determinate de către N.N.Binderman şi F.Bocerev (U.R.S.S.). În rezolvarea problemelor ce se pun în legătură cu prognoza modificării regimului apelor subterane, există două direcţii de cercetare:

- o primă direcţie, în care parametrii hidrogeologici principali, cu variaţia lor în timp şi spaţiu, se determină numai calitativ;

- o a doua direcţie, caracterizată prin definirea cantitativă a variaţiei în timp a parametrilor hidrogeologici pe întreg teritoriul considerat. Această ultimă cale este urmată, îndeosebi, atît la previziunea repercusiunilor, temporare şi permanente, în regimul şi echilibrul apelor subterane, datorite unor intervenţii umane, cît şi pentru metodele de previziune a regimului apelor subterane în cadru neamenajat.

În cadrul acestor preocupări, stabilirea prognozei variaţiilor apelor subterane şi îndeosebi a celor freatice are o importantă legătură, atît cu construcţiile hidrotehnice, cît şi cu amenajările hidroameliorative. Aceasta face ca determinarea afluxului de apă subterană şi, prin urmare, calcularea bilanţului corespunzător în lunca Dunării în regim de curgere permanent şi nepermanent, să constituie o preocupare primordială a hidrogeologilor şi hidrotehnicienilor tuturor statelor riverane.

Urmărind aceste preocupări, studiul intitulat "Imbinarea metodelor hidrologice şi experimentale pentru elaborarea prognozelor apelor subterane din zonele aluvionare ale Dunării", prezentat de V.Zajicek şi V.Hálek, se ocupă în prima parte de condiţiile geologice şi hidrogeologice care influenţează interdependenţa dintre curgerea de suprafaţă şi cea subterană din zona luncii Dunării şi a afluenţilor săi: March, Waag şi Nitra.

Autorii remarcă astfel că, în perioade secetoase, direcţia principală a cursului apei subterane din lunca Dunării urmăreşte direcţia fluviului, în timp ce pe cursurile inferioare ale afleunţilor, apele subterane sînt influenţate alternativ de nivelurile apelor mari de pe fluviu, în timpul viiturii de vară, sau ale apelor mari ale afluenţilor, la viiturile de primăvară.

S-a observat că variaţiile de nivel în apa curgătoare influenţează, în intervale de timp relativ scurte, nivelul apei subterane, aşa cum apare la postul de observaţii din aval de Bratislava, situat la o distanţă de 1200 m de fluviu.

Se precizează că creşterea nivelurilor de apă subterană provocată de undele de viitură prezintă un fenomen complex, care se poate cunoaşte numai pe baza observaţiilor în timp. Autorii apreciază că rezolvarea cantitativă a acestor probleme de curgere nepermanentă apare dificilă prin aplicarea numai a metodelor de calcul hidraulic, ceea ce îi determină să folosească metode hidrologice pentru obţinerea unor rezultate concludente.

Curgerea permanentă în zona de luncă se urmăreşte prin observaţii asupra nivelului apei subterane şi al celui din fluviu, prin intermediul reţelelor de observaţii hidrogeologică şi hidrometrică, limitîndu-se volumul geometric al sectoarelor studiate. Se trasează astfel hidroizohipsele, iar cu ajutorul calculului porozităţii efective, se determină variaţia rezervelor de apă subterană. Autorii neglijează variaţiile pe verticală din precipitaţii, ca şi fluxul lateral, cînd aceşti factori sînt puţin importanţi.

Pe baza metodelor folosite, s-a calculat acumularea de rezerve de apă subterană în perioada viiturilor caracteristice pe rîul Waag, înainte de terminarea construcţiilor hidrotehnice pe acest rîu, precum şi modificarea rezervelor de apă subterană din lunca Dunării în sectorul cercetat, în funcţie de viiturile de primăvară şi iarnă.

Autorii au folosit pentru rezolvarea acestor probleme modelarea electrică printr-o reţea cu ochiuri (noduri de rezistenţă), urmărind procesele hidrogeologice actuale, cît şi pe cele ce vor avea loc după realizarea construcţiilor hidrotehnice proiectate. Astfel, problema spaţială a fost redusă la o problemă de analogie, impusă şi de faptul că oscilaţiile suprafeţei libere sînt mici în comparaţie cu grosimea stratului permeabil.

Pentru cazul cel mai general, la curent nepermanent, autorii folosesc relaţia:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \cdot \left(\frac{KH_t}{\mu} \cdot \frac{\partial h}{\partial x}\right) \qquad (1)$$

în care:

h - suma înălţimilor piezometrice şi geodezice;

t - timpul;

k - coeficientul de permeabilitate;

μ - porozitatea efectivă.

În cazul în care $\frac{KH_t}{\mu}$ se modifică puţin de-a lungul axei X, se poate utiliza formula:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{KH_t}{\mu} \cdot \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} \qquad (2)$$

Ecuaţia (3) autorii o rezolvă experimental cu ajutorul analogiei electrice.

Pentru descrierea unui curent subteran nepermanent unidimensional şi cu suprafaţa liberă a apei uşor înclinată, în care se ţine seama şi de influenţa evaporaţiei, a precipitaţiilor şi a transpiraţiei plantelor, autorii folosesc ecuaţia:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = a_n \cdot \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + b(x,t) \qquad (3)$$

Valoarea parametrilor a_n şi b se determină în condiţii de limită.

Din această ecuaţie generală derivă şi relaţiile privind cazurile particulare. În concluzia acestui studiu, se arată că, pentru rezolvarea practică a problemelor de acest gen, s-au folosit combinat metodele numerice şi experimentale, rezultatele bune obţinîndu-se cu analizatorul de reţea electrică HYDRAL, construit la V V U H - Brno. Se determină astfel influenţa modificărilor condiţiilor viitoare de limită, determinîndu-se în mod practic prognoza nivelurilor de apă subterană sub influenţa lucrărilor hidrotehnice proiectate.

Autorii arată că rezolvarea problemelor s-a făcut prin folosirea metodelor hidrodinamice, hidraulice şi combinate, rezultatele obţinute depăşind cadrul apelor subterane şi aplicîndu-se şi în valorificarea proceselor de prognoză de scurtă durată ale apelor curgătoare.

Acest studiu este deosebit de interesant căci, ţinînd seama de complexitatea calculelor matematice privind hidraulica subterană, autorii au trecut şi la rezolvarea practică a problemei, prin folosirea modelării analogice.

Este iarăşi interesant că autorii ţin seama de relaţia de bilanţ prezentată (3), de toţi factorii, deci şi de precipitaţii sau de evapotranspiraţii. Ar apărea foarte instructiv dacă s-ar menţiona şi modalităţile după care au fost determinaţi aceşti doi factori importanţi şi, îndeosebi, evapotranspiraţia.

Propunerea de neglijare a variaţiilor pe verticală, datorită precipitaţiilor, cît şi a fluxului lateral, cînd aceşti doi factori sînt puţin importanţi, în cazul curgerii permanente, ar cîştiga în precizie dacă s-ar arăta care sînt limitele pînă la care se poate merge în această apreciere.

Totodată se face o sugestie care ar putea conduce la completarea metodei de lucru indicată de autorii acestui valoros studiu, şi anume folosirea procedeelor geofizice, îndeosebi ale celor electrometrice şi seismice, pentru determinarea parametrilor fundamentali hidrogeologici.

Cel de al doilea studiu, intitulat "Variaţia regimului apelor subterane în depresiunea Karaboaz în condiţiile existenţei construcţiilor hidrotehnice pe Dunăre" al lui B.Ciocikov, arată că cercetările întreprinse s-au făcut asupra depresiunii Karaboaz, unitate morfologică care reprezintă o veche albie a Dunării colmatată ulterior cu material detritic aluvionar.

Această depresiune, inundată în trecut de fluviu, este examinată astăzi în cadrul construcţiilor hidroameliorative executate (diguri, staţii de pompare pentru drenare, grupuri de pompare pentru irigaţii etc.).

Autorul examinează litologia depozitelor care au colmatat această depresiune, constatînd o variaţie pronunţată şi concretizată la trei orizonturi: la suprafaţă o argilă compactă, sub care se dezvoltă nisipuri argiloase (K_f = o,5 - 2 m/zi), succesiunea încheindu-se printr-un orizont cu pietrişuri şi nisipuri (K_f = 1,8o m/zi) în care este cantonat un strat acvifer în directă legătură cu variaţia nivelurilor din Dunăre.

Regimul apelor subterane a fost studiat pe baza observaţiilor de lungă durată (17 ani) efectuate în puţurile repartizate într-o reţea uniformă, pe întreaga suprafaţă a depresiunii. Pe baza acestor observaţii s-a stabilit corelaţia între nivelurile medii lunare şi anuale ale Dunării, în raport cu stratul freatic care se dezvoltă în depresiune. Relaţia între aceste niveluri apare lineară şi este de forma:

$$y = o,383\ x + 2o.53o \qquad (4)$$

În studiu se arată că s-au executat experimentări pe model EGDA pentru determinarea debitului infiltrat, în cazul diferitelor valori variabile ale nivelului Dunării, cît şi pe baza urmăririi nivelului de drenaj din puţuri. Modelul a fost realizat la scara 1 : 7oo, iar debitul infiltrat - pe un front de 1 km - a fost determinat pe baza folosirii datelor practice la valoarea Q = 1,2o m^3/s.

Scopul acestui studiu - după autor - a fost de a determina debitele de apă care trebuie evacuate prin puţuri situate la distanţă de 25 m între ele, în urma ridicării nivelului hidrostatic, datorită construcţiilor hidroenergetice pe Dunăre, în vederea menţinerii unui nivel al apelor subterane care să permită o producţie agricolă normală.

În concluzie, autorul, în baza aplicării metodei analogice pe un sector limitat, arată creşterea relativă a debitului provenit prin infiltrarea din Dunăre în situaţia viitoarelor amenajări energetice faţă de situaţia actuală.

Studiul apare ca o contribuţie interesantă prin felul în care se aplică local metodele analoge în determinarea aportului apelor de infiltraţie pe sectoare limitate. Trebuie însă remarcat că metoda este aplicată la un sector foarte redus, de 175 m, rezultatele extrapolîndu-se apoi la un front larg de zeci de kilometri.

O asemenea extrapolare pare puţin obişnuită, dacă se ţine seama de neomogenitatea condiţiilor hidrogeologice ce pot apărea pe o lungime atît de mare, unde este greu de precizat porţiunea restrînsă care să poată fi considerată caracteristică pentru întregul sector.

Se consideră deci că este absolut necesar, pentru a putea aprecia valabilitatea evaluărilor făcute, ca autorul să arate condiţiile speciale care intervin în cazul studiat şi care ar permite să se treacă la asemenea generalizări. Fără o asemenea precizare, care să se întemeieze pe un studiu geologic aprofundat şi complex, în care să fie examinate şi influenţele afluxurilor laterale (terase, cîmp înalt) al întregii zone, generalizările făcute nu ar putea fi susţinute. Se consideră de asemenea că ar fi interesant să se cunoască comparativ şi rezultatele aplicării altor metode, în special a metodei analitice de calcul.

Din urmărirea textului acestei meritorii lucrări, nu s-a putut reţine faptul dacă studiul se ocupă şi de prezenţa

stratului sezonier freatic caracteristic mai cu seamă în zonele depresionare ale luncii Dunării, după cum apare din rezultatele observaţiilor făcute în reţeaua de puţuri hidrogeologice existentă pe teritoriul României.Acest strat freatic sezonier trebuie să se găsească în mod normal şi în depresiunea Karaboaz, fiind cu siguranţă generat de precipitaţii, avînd în vedere că argila superioară a succesiunii litofaciale conţine un strat permeabil,ceea ce a determinat în trecut caracterul de băltire al acestei zone depresionare.

Cea de a treia lucrare, intitulată "Prognoza apelor subterane" de V.Csobok, priveşte rezultatele obţinute după datele cumulative făcute în Republica Populară Ungară pe o perioadă de zece ani.

În prima parte a lucrării, s-au făcut observaţii sistematice din 121 puţuri de reţea din Cîmpia Mare (Nagyalföld), şi 4o puţuri pentru Cîmpia Mică (Kisalföld), care conduc la stabilirea hărţilor cu izolinii de maxime şi minime ale nivelului hidrostatic. In funcţie de aceste observaţii în timp, se constată că nivelul hidrostatic variază zonal de la 1 la peste 4 m sub suprafaţa solului, datele fiind corelate şi cu precipitaţiile.

Precizia prognozei este verificată în decurs de mai mulţi ani, unele abateri fiind datorite abaterilor precipitaţiilor de la media multianuală (cazul anilor 1957).

Din confruntarea datelor de prognoză cu cele reale rezultă diferenţa de ± 23 cm pentru perioade lungi, ± 21 cm pentru perioade scurte, iar în cazul concordanţei cu prognozele precipitaţiilor, diferenţele apar şi mai mici: ± lo cm.

În regim barat, interacţiunea care determină raporturile dintre apa curgătoare şi cea subterană se obţine prin aliniamentele de puţuri transversale pe cursul apei, în care măsurătorile se fac regulat (din trei în trei zile).

Corelaţia dintre apa curgătoare şi apa subterană este dată

de poziţia relativă a nivelului apei de suprafaţă $(\frac{\Delta h_o}{\Delta t})$ faţă de nivelul hidrostatic subteran, dat de gradientul hidraulic (I), exprimată prin relaţia

$$q = q_o + q_1 = f(I) + f(\frac{\Delta h_o}{\Delta t}) \qquad (5)$$

Se constată că infiltraţia apei este mai mare în orizonturile superioare decît în cele inferioare, aceste variaţii fiind redate prin secţiuni transversale pe fluviu, cît şi de una longitudinală de sinteză, în lungul fluviului.

În partea a doua a lucrării, se examinează rezultatele obţinute prin cadastru, măsurătorile şi observaţiile în timp asupra izvoarelor carstice din Republica Populară Ungară, care au condus la constatarea unei strînse legături între acestea şi precipitaţii, dintre care acelea din lunile fără vegetaţie au un efect major ("precipitaţiile hotărîtoare").

Din folosirea acestor date şi interpretări, s-a realizat o prognoză retrospectivă (virtuală) pe 27 ani, din care a rezultat că, pentru circa 5o % din prevederi, eroarea variază de la 0 - lo %, iar pentru alte 22 % din prevederi variază între 21 şi 3o %, şi că, în sfîrşit, pentru rest depăşesc 31 %.

Studiul prezentat este foarte valoros şi pune în evidenţă rezultatele bune obţinute în prognoza apelor subterane, prin folosirea observaţiilor de durată în reţelele de posturi de observaţie hidrogeologice, deci prin metoda statistică, la un înalt grad de dezvoltare, în Republica Populară Ungară.

Autoarea aduce o contribuţie preţioasă la studiul apelor freatice din lunca Dunării în regim natural şi în regim barat, exprimarea rezultatelor obţinute putînd fi redate prin bloc-diagrame.

De asemenea, precizarea criteriilor în funcţie de care a fost realizată prognoza virtuală pentru izvoarele carstice, ar fi interesant să fie redată pentru aplicarea acestui procedeu şi în cazuri similare din alte ţări.

În concluzie: din examinarea acestor lucrări interesante rezultă valoarea deosebită ştiinţifică şi economică a stabilirii cu exactitate a datelor de prognoză pentru apele subterane din lunca Dunării.

Studiile se referă la folosirea metodelor şi mijloacelor de lucru analoge şi statistice, care permit ca, de la etapa calitativă, să se treacă la etapa cantitativă a cunoaşterii acestor date.

Interesul pentru aceste probleme este subliniat de participarea prin studii de specialitate a mai multor ţări riverane.

Se subliniază ponderea mărită pe care astfel de lucrări o pot avea dacă se vor folosi metodele moderne de investigaţii oferite de geofizică şi dacă, în examinarea complexului de ape subterane, se va ţine seama şi de apele freatice sezoniere.

Referatul, prezentînd valoroasele lucrări privind prognoza apelor subterane, face unele sugestii care lasă cîmp liber discuţiilor privind o problemă atît de vastă şi de actuală.

D i s c u ţ i i

L.GODA (Republica Populară Ungară) mulţumeşte pentru aprecierile favorabile făcute în referat asupra reţelei hidrogeologice din Ungaria. In continuare explică cum s-a realizat prognoza "virtuală" în carst verificată la Pecs, menţionînd că la baza studiului au stat datele de la looo puţuri.

Vorbitorul arată că pentru calculul debitelor apelor freatice şi de carst, pe lîngă datele din reţeaua hidrogeologică, se folosesc bazine experimentale şi staţiuni complexe de cercetări.

B.CIOCICOV (Republica Populară Bulgaria) menţionează că în lucrarea sa nu a luat în considerare aportul precipitaţiilor şi al infiltraţiilor de pe teritoriu, deoarece influenţa acestora e mică în raport cu influenţa nivelului apelor Dunării.

Vorbitorul arată că şi în Bulgaria, pe lîngă studiile în natură, se fac şi studii în laborator asupra apelor subterane.

I.PANĂ (Republica Populară Română) prezintă rezultatele studiilor din Lunca Dunării, de pe malul românesc, unde cel mai important factor apare regimul de variaţie a nivelului apelor Dunării, afluxul dinspre terase şi din precipitaţii fiind de lo - 2o ori mai mic.

În legătură cu experienţele pe model efectuate în Bulgaria, specialistul român consideră că ele sînt interesante, dar numai informativ, căci marea depresiune Karaboaz are caracteristici neomogene; pe de altă parte, coeficientul K_f este luat prea mare, pe baza unor consideraţii locale.

R.CĂDERE (Republică Populară Română) subliniază importanţa studiului geologic şi lito-facial în determinarea prognozei apelor subterane din Lunca Dunării, precizînd că şi structurile litologice încrucişate pot crea sisteme complexe, in-

fluenţa lor fiind determinată în calculele de prognoză.

Referentul arată de asemenea că, în urma studiilor făcute în Lunca Dunării de către Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, rezultă prezenţa, pe lîngă stratul freatic permanent, şi a unui strat freatic sezonier de care trebuie să se ţină seama în studiile viitoare.

DIVERSE PROBLEME LEGATE DE ELABORAREA PROGNOZELOR HIDROLOGICE

D.Lăzărescu [x)]

În acest referat general sînt prezentate trei lucrări care tratează chestiuni ce nu s-au putut integra în nici unul din referatele precedente, ele referindu-se la probleme auxiliare întocmirii prognozelor hidrologice sau prezentînd un bilanţ al activităţii de cercetare şi deservire în domeniul prognozelor hidrologice pe o anumită perioadă.

Unul dintre aceste referate, referatul lui I.Ujvary intitulat "Legile principale ale formării bilanţului şi regimului hidrologic în bazinul Dunării", prezintă particularităţile regimului hidrometeorologic din bazinul Dunării.

După I.Ujvary, datorită influenţei principalelor centre de acţiune climatică (influenţa atlantică, mediteraniană şi continentală-eurasiatică), pe bazinul Dunării se constată o scădere generală a umidităţii de la vest spre est, pentru toate altitudinile, o deosebire netă a mărimii elementelor bilanţului hidric pe versanţii de diverse expuneri, precum şi o dependenţă strînsă a mărimii elementelor bilanţului hidric în funcţie de altitudinea medie a bazinului de recepţie (zonalitatea verticală) în diverse zone ale bazinului.

Pe baza acestor dependenţe, autorul analizează repartiţia teritorială a elementelor bilanţului hidric şi prezintă hărţile cu izoliniile fiecărui element în parte: precipitaţiile (fig.2-a/VII-3), scurgerea (fig.2-b/VII-3) evapotranspiraţia (fig.2-c/VII-3). Deşi regiunile muntoase ocupă doar 36 % din suprafaţa bazinului Dunării, pe teritoriul lor cad circa 50%

---

x) Institutul de studii şi cercetări hidrotehnice, Bucureşti

din precipitaţii, se formează 75 % din scurgere şi se evaporă numai 33 %. De aici se poate observa ponderea mare pe care o au regiunile de munte în formarea regimului hidrologic al fluviului.

Aceeaşi dependenţă strînsă cu altitudinea medie a bazinului de recepţie se constată şi în ce priveşte scurgerile sezoniere exprimate în % din scurgerea anuală. În figurile 3-a-b-c-d/VII-3 sînt prezentate hărţile cu procentele scurgerii din perioada de iarnă (XII-II), de primăvară (III-V), de vară (VI-VIII) şi de toamnă (IX-XI).

Autorul relevă de asemenea caracterul compensat al regimului Dunării pe sectorul său inferior, datorită însumării succesive a variatelor tipuri de regim din bazinul fluviului.

Un alt referat, cel al lui W.Laszloffy intitulat "Relaţii grafice şi numerice în prognozele hidrologice", face un bilanţ al avantajelor şi dezavantajelor procedeelor grafice şi ale procedeelor numerice de întocmire a prognozelor hidrologice.

După autor, procedeele grafice au avantajul că dau o imagine plastică, utilă, atît pentru elaborarea relaţiilor de prognoză, cît şi pentru aplicarea acestora. In cazul stabilirii relaţiilor de prognoză, hidrologul trebuie să selecţioneze, pe baza cunoaşterii aprofundate a interdependenţei dintre fenomene, cîteva variabile importante din multitudinea de factori care influenţează; această operaţie de discernămînt nu poate fi rezolvată de maşină, decît dacă legăturile dintre variabile sînt lineare sau dacă, în cazul legăturilor curbilinii, acestea sînt dinainte cunoscute.

Maşina prezintă un avantaj net cînd numărul de variabile independente este mare, caz în care, datorită înaltei sale productivităţi, înlocuieşte o mare cantitate de muncă omenească.

Maşina prezintă avantaje şi în cazul automatizării înregis-

trării şi transmiterii nivelurilor, cînd rezultatele sînt redate pe benzi perforate.

Spre deosebire de procedeul grafic care se poate controla dintr-o privire, procedeul mecanic necesită conceperea unor metode speciale de control.

În final, autorul conchide că cea mai justă cale este folosirea simultană şi armonioasă a celor două procedee.

În fine, cel de al treilea referat, referatul lui K. Body, expune succesele şi experienţa în domeniul prognozelor de scurtă durată a nivelului, realizate de către specialiştii unguri în ultimii zece ani. Autorul prezintă rezultatele folosirii, în activitatea de deservire a economiei naţionale, a relaţiilor întocmite de V I T U K I pentru prognozarea vîrfului undelor de viitură şi pentru prognoza curentă a nivelurilor pe Dunăre şi pe celelalte rîuri mari din Ungaria.

Prognoza vîrfului undelor de viitură se întocmeşte fie pe baza precipitaţiilor, fie pe baza nivelurilor corespondente. În primul caz, se obţin, de exemplu pentru Budapesta, erori medii ale nivelurilor de 4o,5 cm şi erori medii ale datei producerii lui, de 24 ore, anticiparea fiind de 5 - 6 zile, iar în al doilea caz, o eroare medie de 14,3 cm, la o anticipare de 2 - 3 zile. Asemenea rezultate bune se obţin şi pentru o serie de alte posturi de pe Dunăre şi de pe rîurile mari din Ungaria.

Prognoza curentă a valorilor zilnice se bazează pe secţiunea longitudinală a variaţiilor de la o zi la alta ale nivelurilor pe sectorul dunărean Bratislava - Mohács (procedeu comunicat de K.Szesztay la prima conferinţă a ţărilor dunărene ţinută la Budapesta în 1961); erorile medii obţinute sînt de lo - 12 cm pentru o anticipare de 4 zile şi ele scad o dată cu micşorarea perioadei de anticipare.

În final, autorul preconizează o serie de măsuri tehnico-organizatorice pentru buna deservire a economiei naţionale cu prognoze hidrologice.

Cuprinzînd cu o privire de ansamblu aceste referate atît de diverse ca obiect, putem afirma că ele sînt de utilitate pentru participanţii la conferinţă.

Asemenea lucrări ca cea prezentată de I.Ujvary, care relevă particularităţi ale bilanţului hidric şi ale regimului hidrologic din bazinul Dunării, au darul de a pune în mîna cercetătorilor hidrologi, cît şi a celor ce deservesc efectiv cu prognoze hidrologice, elemente utile asupra cadrului natural al bazinului Dunării. Este de dorit ca, în viitor, studiile să fie continuate şi în ce priveşte rezerva de apă din zăpadă în bazinul Dunării, dinamica de creştere şi epuizare a acesteia, elemente absolut necesare prognozelor apelor mari de primăvară; de asemenea, de interes ar fi studierea perioadelor secetoase din bazinul Dunării.

Aprecierile făcute de W.Laszloffy asupra aplicabilităţii procedeelor grafice şi numerice în elaborarea prognozelor hidrologice sînt pe de-a întregul juste.

Ar fi de remarcat în plus faptul că, deşi maşina nu va ajunge să suplinească pe de-a întregul îndelungata experienţă umană, totuşi, prin productivitatea mare şi posibilităţile sale foarte variate, ea permite perfecţionarea pe parcurs a procesului de folosire cît mai adîncă a sa.

În ce priveşte raportul lui K.Body, considerăm că asemenea rapoarte de sinteză ar trebui prezentate la fiecare conferinţă de către ţările participante care au definitivat aplicarea unor metode; asemenea rapoarte permit un util schimb de experienţă.

Considerăm util ca, în viitor, ţările participante, în cadrul chestiunilor diverse, să prezinte şi rapoarte asupra automatizării măsurătorilor şi asupra sistemului de centralizare a datelor în vederea prognozării, precum şi exemple practice de folosire a maşinilor electronice de calcul la stabilirea de relaţii de prognoză.

D i s c u ţ i i

W.LASZLOFFY (Republica Populară Ungară) subliniază marea importanţă a definiţiilor, acestea permiţînd specialiştilor din toate ţările să folosească aceiaşi termeni în aceeaşi accepţiune. Vorbitorul se declară de acord cu definiţia dată prognozelor de scurtă durată de către W.Kresser.

K.CEHAC (Austria) atrage atenţia că lucrările prezentate la conferinţă nu au tratat îndeajuns problema erorilor.

În legătură cu transmiterea datelor hidrologice prin canalele meteorologice, vorbitorul nu vede nici o posibilitate în acest sens, întrucît aceste canale sînt supraîncărcate cu datele meteorologice.

W.KRESSER (Austria) : După o expunere succintă a cercetărilor proprii în domeniul prognozelor de lungă durată, conchide că prognoze valabile nu se pot obţine pe baza valorilor anuale ci pe a celor lunare.

C.DIACONU (Republica Populară Română) arată că metodele de prognoză hidrologică reflectă stadiul de cunoaştere a apelor, de cunoaştere a procesului de formare a scurgerii. La ora actuală, aceste procese nu sînt îndeajuns de studiate, aşa încît sînt justificate metodele de prognoză care folosesc coeficienţii globali.

A.BECKER (Republica Democrată Germană) doreşte să precizeze definiţia dată prognozei de scurtă durată de către prof. Kresser, menţionînd că o asemenea prognoză se referă la un fenomen ale cărui cauze au intrat deja în acţiune într-o anumită parte a bazinului. De asemenea, arată că definirea unei noţiuni, cum este de exemplu coeficientul de scurgere, trebuie făcută în mod concret, legat de fenomenul respectiv.

I.UJVARI (Republica Populară Română) a scos în relief marea importanţă pe care o are generalizarea teritorială în hidrologie şi insistă asupra necesităţii de a se perfecţiona continuu metodele de generalizare teritorială.

1. Préface

La III-ème Conférence Internationale des Pays Danubiens sur les Prévisions Hydrologiques, organisée sous les auspices de l'Institut de Recherches Hydrotechniques, a eu lieu à Bucarest du 25 au 3o mai 1965.

Les conférences concernant ce sujet - dont la première a eu lieu à Budapest en 1961, organisée par l'Institut de Recherches de Ressources Hydrauliques (VITUKI), et la seconde à Graz, en 1963, organisée par la Société Autrichienne de l'Economie des Eaux (OWWV) - ont eu le but d'assurer une étroite collaboration entre les spécialistes en prévisions hydrologiques, des pays danubiens.

L'intérêt toujours croissant des spécialistes des pays danubiens pour ces conférences est illustré par un nombre toujours plus grand de communications présentées: 7 en 1961, 14 en 1963 et 25 en 1965. L'intérêt pour ces conférences a même dépassé les limites du bassin du Danube; des spécialistes venus de France, de la République Démocratique Allemande et de Hollande ont pris part à toutes ces conférences.

En ce moment, toutes les conférences de ce genre sont étroitement liées à l'activité de la Décennie Hydrologique Internationale, dans le sens de la collaboration régionale dans le domaine scientifique, de tous les pays danubiens.

Les préparatifs de ces conférences incombent aux institutions qui dirigent l'activité de prévision hydrologique dans chacun des pays danubiens.

Le 29 mai 1964, à l'invitation de l'Institut de Recherches Hydrotechniques - I.S.C.H., les représentants suivants se sont réunis à Bucarest pour participer à une consultation en vue de préparer la III-ème Comférence.

À cette consultation ont pris part:

H.Schimpf (Autriche)
I.N.Erinin (République Populaire de Bulgarie)
K.Stelczer (République Populaire Hongroise)
K.Szesztay (République Populaire Hongroise)
M.Semenescu (République Populaire Roumaine)
S.Dumitrescu (République Populaire Roumaine)
J.Boisnard (République Populaire Roumaine)
D.Lăzărescu (République Populaire Roumaine)
[redacted]
R.Drazeta (République Socialiste Fédérative de Yougoslavie)

Les participants ont établi les thèmes de la conférence et clarifié une série de détails concernant son organisation. À cette occasion on a conclu qu'à l'avenir il serait recommandable:

- que les conférences aient lieu tous les deux ans dans chacun des pays danubiens, à tour de rôle;

- qu'au cours de l'année précédant la conférence, un groupe de représentants des institutions qui dirigent l'activité de prévision hydrologique se réunisse dans le pays organisateur pour envisager les préparatifs de cette conférence;

- que le secrétariat de ce groupe soit assuré par l'institution organisatrice de la conférence, durant toute la période comprise entre l'organisation de la conférence et la diffusion du matériel issu des travaux de la conférence;

- que les matériaux présentés à la conférence soient édités par le pays organisateur et distribués aux participants.

2. Les travaux de la conférence

La conférence a été ouverte le 25 mai 1965, par S.Dumitrescu, le directeur de l'Institut de Recherches Hydrotechniques du Comité d'État des Eaux.

Les participants à la conférence - plus de 100 spécialistes, parmi lesquels 34 délégués de l'étranger - ont été chaleureseument accuellis par le vice-président du Comité d'Etat des Eaux, R.Ernest. Après avoir souligné l'importance considérable des prévisions hydrologiques dans les conditions d'une économie développée et d'une politique poursuivant l'utilisation complexe et rationnelle des ressources d'eau, le vice-président du Comité d'État des Eaux a souhaité plein succès à la conférence.

Le 25 et le 26 mai ont été consacrés à la présentation des communications et aux discussions suscitées par ces dernières.

Pour réserver aux discussions le plus de temps possible, les 25 communications (2 d'Autriche, 1 de Bulgarie, 3 de Hongrie, 9 de Roumanie, 7 de Tchécoslovaquie et 1 de l'Union Soviétique) ont été présentées dans le cadre de 7 rapports généraux correspondant aux groupes de problèmes formant les thèmes de la conférence. Les rapports généraux, rédigés par des spécialistes roumains, sont publiés à la fin de ce volume; ils contiennent une brève présentation du développement actuel de la théorie et de l'application pratique dans le domaine respectif, la présentation succinte des communications, quelques commentaires sur les problèmes abordés, ainsi qu'un aperçu sur les perspectives qui se dessinent dans le proche avenir.

Un volume contenant les textes des communications, publiés in extenso dans la langue originale et en allemand, et en résumé dans chacune des autres langues officielles de la

conférence (français, allemand, roumain, russe), a été mis à la disposition des participants dès leur arrivée et avant l'ouverture même de la conférence, pour faciliter la discussion détaillée des problèmes.

Dans le même but, on a assuré la traduction simultanée en allemand, roumain et russe, des rapports et des discussions.

Les discussions, qui ont été nombreuses, ont examiné en détails certaines parties aussi bien des propres ouvrages, que des autres sujets débattus, ou ont envisagé certaines considérations générales sur les questions théoriques ou pratiques actuelles dans le domaine des prévisions hydrologiques. Ces discussions sont présentées succintement dans la partie finale de ce volume, à la suite des rapports généraux auxquels elles se rattachent.

Le 26 mai 1965, peu avant les discussions sur le dernier rapport général, quelques-uns des délégués ont tenu à exprimer leur salut à la conférence.

Le délégué de la Commission du Danube, R.Radovanovici, a accentué l'intérêt avec lequel la Commission du Danube poursuit les travaux de la conférence sur les prévisions hydrologiques.

Le chef de la délégation tchécoslovaque, M.Balco, a souligné le caractère traditionnel revêtu par ces conférences, en annonçant en même temps que le Comité national tchécoslovaque pour les problèmes de la Décennie Hydrologique Internationale l'a chargé de soumettre la proposition que la IV- ème conférence des pays danubiens sur les prévisions hydrologiques ait lieu à Bratislava, en 1967.

Le chef de la délégation autrichienne, H.Schimpf, a apprécié favorablement la manière dont la conférence a été organisée, en soulignant surtout l'effort fait par les organisateurs pour mettre à la disposition des participants le volume contenant les communications qui ont été envoyées à la conférence avant l'ouverture.

En dernier lieu, le délégué autrichien a souligné l'importance de ces manifestations scientifiques à la veille de la Décennie Hydrologique Internationale, en exprimant le désir de voir la collaboration entre les pays danubiens embrasser d'autres domaines de l'hydrologie aussi

Après la mise en discussion du dernier rapport, le directeur de l'Institut de Recherches Hydrotechniques, S.Dumitrescu, en prenant la parole, a souligné en premier lieu l'importance des travaux de la conférence pour l'activité pratique des institutions qui y étaient représentées et a adressé ses remerciements aux auteurs, aux délégués qui ont pris part aux discussions, ainsi qu'à tous les autres participants pour leur contribution à l'issue favorable de la conférence.

Dans la matinée du 27 mai 1965, on a organisé une visite à l'Institut de Recherches Hydrotechniques de Bucarest.

Après cette visite et à la suite de la proposition du chef de la délégation hongroise, les chefs des délégations des pays danubiens présents à la conférence se sont réuni pour un échange d'opinions sur les problèmes d'organisation de la IV-ème conférence. A la suite de ces discussions, on a conclu que le Comité national tchécoslovaque pour les problèmes de la Décennie hydrologique internationale fasse aux autres pays danubiens des propositions concrètes sur la IV-ème conférence, en appréciant comme très utile de réunir, au cours de l'année 1966, les organismes des pays danubiens qui s'occupent de la prévision hydrologique.

La conférence proprement dite a été suivie, du 27 au 30 mai 1965, d'une excursion d'études sur le Danube inférieur depuis Galaţi jusqu'à Tulcea, et dans le Delta du Danube jusqu'à la Mer Noire (Sulina). Durant ce voyage, et à la suite des exposés faits en ce sens par des spécialistes roumains, les participants ont eu la possibilité de s'informer plus amplement sur les problèmes hydrologiques et hydrotechniques du Delta du Danube et du littoral roumain (aspects du régime hydrologique ou des aménagements hydrotechniques prévus et réalisés.

III-ème conférence internationale sur les prévisions drologiques a constitué une circonstance favorable pour profondir la connaissance réciproque des pays danubiens ce qui concerne leur activité en ce domaine, ainsi que ur donner l'occasion aux spécialistes de divers pays prendre un contact direct.

3. La liste des participants

République Démocratique Allemande

K.BAUER	Université Humboldt, Berlin.
A.BECKER	Institut de l'Economie des Eaux.
H.J.GRASNICK	Service Météorologique.
R.GROTH	Service de l'Economie des Eaux.
H.WAGNER	Université Technique de Dresde.

Autriche

K.CEHAK	Institut Central pour la Météorologie et la Géodynamique.
E.GLASEL	Ministère Fédéral de l'Agriculture et de la Sylviculture.
H.GRASSINGER	Société Autrichienne par Actions des Centrales Electriques sur le Danube.
K.D.GUTKNECHT	Institut Technique, Vienne.
K.KNAUER	Société Autrichienne par Actions pour l'Economie de l'Energie Electrique.
W.KRESSER	Institut d'Hydraulique, de l'Economie des Eaux, d'Améliorations Foncières et de Constructions Hydrotechniques pour les Centres Habités.
O.KRETSCHMER	Société Autrichienne par Actions des Centrales Electriques sur le Danube.
H.KRISCH	Centrale Electrique de Jochenstein sur le Danube.
G.MUNDT	Société Autrichienne-Bavaroise par Actions des Centrales Electriques.
H.MULLNER	Ministère Fédéral du Commerce et de la Reconstruction.
F.NEIGER	Société Autrichienne par Actions des Centrales Electriques sur le Danube.
R.PERTUSINI	Ministère Fédéral des Transports et de L'Energie Electrique.
M.PLATZL	Société par Actions des Centrales Electriques sur l'Inn.
H.SCHIMPF	Ministère Fédéral de l'Agriculture et de la Sylviculture. Bureau Central Hydrographique.

J.SCHMUTTERER	Ministère Fédéral du Commerce et de la Reconstruction.
R.WOTZEL	Société Autrichienne-Bavaroise par actions des Centrales Electriques.

République Populaire de Bulgarie

B.CIOCIKOV	Institut d'Hydrotechnique et d'Améliorations Foncières.
K.FANKOV	Direction Hydrométéorologique de l'UPPD.

Hollande

P.J.WEMELSFELDER	Administration des Communications sur l'Eau du Royaume.

République Populaire Hongroise

L.GODA	Institut de Recherche des Ressources Hydrauliques.
W.LASZLOFFY	Institut de Recherche des Ressources Hydrauliques.
I.ZSUFFA	Institut de Recherche des Ressources Hydrauliques.

République Populaire Roumaine

R.AMAFTIESEI	Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest.
I.ANITAN	Secteur Hydrométéorologique, Cluj.
R.AVRAMESCU	Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest.
B.BINDER	Secteur Hydrométéorologique, Cluj.
J.BOISNARD	Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest.
C.BONDAR	Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest.
R.CĂDERE	Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest.
R.CENTEA	Secteur Hydrométéorologique, Timişoara.
D.CIOC	Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest.
R.CONSTANTINESCU	Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest.
C.DIACONU	Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest.
S.DUMITRESCU	Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest.

V.DUMITRESCU	Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest.
I.ENEA	Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest.
S.HÎNCU	Institut de Recherches Hydrotechnique, Bucarest
N.GEORGESCU	Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest.
F.IONESCU	Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest.
D.LĂZĂRESCU	Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest.
M.MARINESCU	Direction de la Navigation Civile du Ministère des Transports, Bucarest.
N.MATEESCU	Direction de la Navigation Civile du Ministère des Transports, Bucarest.
P.MIȚĂ	Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest.
C.MOCIORNIȚĂ	Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest.
L.MUSTAȚĂ	Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest.
D.PÎRVULESCU	Direction Hydrométéorologique du Comité D'Etat des Eaux, Bucarest.
C.PLATAGEA	Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest.
M.PODANI	Direction Hydrométéorologique du Comité D'Etat des Eaux, Bucarest.
E.RĂZVAN	Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest.
M.SEMENESCU	Direction Technique du Comité d'Etat des Eaux, Bucarest.
M.STAN	Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest.
V.STĂNESCU	Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest.
I.ȘTEFĂNESCU	Institut de Recherches et d'Elaboration Des Projets Piscicoles, Bucarest.
V.STOENESCU	Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest.
O.TRITEANU	Institut de Recherches et d'Elaboration de Projets Hydro-Electriques, Bucarest.
I.UJVARY	Université Babeș-Bolyai, Cluj.
I.VLADIMIRESCU	Institut de Plans d'Aménagements et de Constructions Hydrotechniques, Bucarest.

République Socialiste de Tchécoslovaquie

M.BALCO	Institut de Recherches Hydrauliques de L'Académie Slovaque de Sciences.
J.PROCHAZKA	Institut de l'Economie des Eaux
A.SVOBODA	Institut de Recherches Hydrauliques de l'Académie Slovaque des Sciences.
M.VENETIANER	Institut de Recherches Hydrauliques de l'Académie Slovaque des Sciences.

Union Soviétique

A.I.AFANASIEV	Institut Central de Prévisions Hydrologiques.

République Socialiste Fédérative de Yougoslavie

R.DRAZETA	Institut Hydrométéorologique.

Délégué de la Commission du Danube

R.RADOVANOVICI	Section Hydrométéorologique.

4. Les rapports généraux et les discussions suscitées à ce sujet

Le titre des rapports généraux, leurs auteurs, le titre des communications présentées ainsi que les auteurs de ces dernières, sont les suivants:

I. Méthodes générales de prévision courante de l'écoulement

(rapporteur D.LĂZĂRESCU - République Populaire Roumaine).

1. Prévisions hydrologiques sur le Danube, en aval des bouches de l'Inn - H.KRISCH (Autriche).
2. Sur le problème des prévisions à longue échéance des niveaux de l'eau dans le secteur central du Danube - L.GODA (République Populaire Hongroise).
3. Prévision à brève échéance des débits d'eau en se basant sur les réserves d'eau dans le lit des rivières ainsi que sur l'afflux d'eau dans le réseau hydrométrique (application à la station hydrométrique Alba Iulia sur le Mureş) - D.LĂZĂRESCU (République Populaire Roumaine).

II. La prévision des crues

(rapporteur G.PLATAGEA - République Populaire Roumaine).

1. Prévision du volume de la crue dans le bassin versant supérieur du Waag - I.PROCHAZKA (République Socialiste de Tchécoslovaquie).
2. Sur la possibilité de prévoir le volume de l'écoulement de printemps dans les bassins versants des Carpathes de Tchécoslovaquie - E.SIMO (République Socialiste de Tchécoslovaquie).
3. Sur la prévision des crues sur les petites rivières - W.KRESSER (Autriche).

III. Méthode de prévision des étiages

(rapporteur J.BOISNARD - République Populaire Roumaine).

1. Certaines connaissances de la prévision des débits selon les courbes de tarissement au bassin versant du Danube - I.KUNSCH (République Socialiste de Tchécoslovaquie).

2. La courbe de tarissement et son application à la prévision des débits pendant les périodes d'étiage - M.BALČO (République Socialiste de Techécoslovaquie).

3. Méthode de prévision des débits moyens mensuels minima à la station hydrométrique Oltenitza sur le Danube - D.LĂZĂRESCU (République Populaire Roumaine).

IV. Hydraulique de l'écoulement et l'évolution du lit

(rapporteur D.CIOC - République Populaire Roumaine).

1. Intégrateur mécanique servant à résoudre le problème de l'écoulement des ondes de crue - A.SVOBODA (République Socialiste de Tchécoslovaquie).

2. Prévision de la transformation des crues sur le Danube à la suite de la construction des centrales électriques du secteur tchécoslovaque - hongrois - I.PROCHAZKA et M.VENEȚIANER (République Socialiste de Tchécoslovaquie).

3. Les débits maxima sur le Danube dans le secteur roumain et les niveaux qui leur correspondent en régime aménagé - S.HÎNCU, F.IONESCU, R. DRAGĂNESCU, M.POPESCU, D.DIMA (République Populaire Roumaine).

4. Sur les possibilités de déterminer au moyen des calculs la transmission des ondes de crue dans les lits des cours d'eau endigués - D.CIOC, F. IONESCU (République Populaire Roumaine).

5. Prévision du mouvement des alluvions du Danube dans les conditions d'un lit barré. Application à la centrale hydro-électrique Porțile de Fier (Les Portes de Fer) - R.AMAFTIESEI, E.RĂZVAN (République Populaire Roumaine).

V. Prévisions dans la période des glaces

(rapporteur V.STĂNESCU - République Populaire Roumaine).

1. La prévision de la montée du niveau du Danube causée par un embâcle isolé - I.ZSUFFA (République Populaire Hongroise).

2. Prévision de l'apparition de la prise en glace sur le Danube inférieur - P.MIȚĂ (République Populaire Roumaine).

3. Possibilité de prévoir les niveaux du Danube inférieur dans les conditions d'une prise en glace - C.DIACONU (République Populaire Roumaine).

4. Prévision à brève échéance de l'apparition des glaçons sur le Danube dans le secteur roumain - M.Stan (République Populaire Roumaine).

5. Le calcul de la date de l'apparition de la glace sur le Danube inférieur - A.I.AFANASIEV (Union Soviétique).

VI. Prévision de la modification du régime des eaux souterraines

(rapporteur R.CĂDERE - République Populaire Roumaine).

1. Coordination de l'emploi des méthodes hydrologiques et expérimentales pour l'établissement des prévisions concernant les eaux souterraines des zones alluvionnaires du Danube - V.ZAJICEK, V.HALEK (République Socialiste de Tchécoslovaquie).
2. Le régime des eaux souterraines dans la dépression de Karaboaz dans les conditions d'existence des constructions énergétiques sur le Danube - B.CIOCIKOV (République Populaire de Bulgarie).
3. Prévision des eaux souterraines - V.CSOBOK (République Populaire Hongroise).

VII. Divers problèmes liés à l'établissement des prévisions hydrologiques

(rapporteur D.LĂZĂRESCU-République Populaire Roumaine).

1. Résultats obtenus et expérience acquise au cours des dernières dix années dans le domaine des prévisions à brève échéance concernant le niveau des cours d'eau de la Hongrie - K.BODY (République Populaire Hongroise).
2. Relations graphiques et numériques utilisées pour la prévision hydrologique - W.LASZLÖFFY (République Populaire Hongroise).
3. Les lois fondamentales régissant la formation du bilan hydrique et du régime hydrologique dans le bassin du Danube - I.UJVARY (République Populaire Roumaine).

METHODES GENERALES DE PREVISION COURANTE DE L'ECOULEMENT

D.Lăzărescu x)

De la catégorie des prévisions courantes font partie les prévisions qui sont établies régulièrement chaque jour, chaque 2 à 3 jours, chaque 5 jours, chaque lo jours ou chaque mois; ces prévisions se réfèrent tant aux valeurs instantanées, qu'aux valeurs moyennes, pour 1, 2, 3, 5, lo et 3o jours ; l'anticipation de ces prévisions varie d'habitude d'un à dix jours, et on les peut considérer comme prévisions à courte et à moyenne échéance.

Les méthodes de prévision courante sont réparties en deux grandes classes:

a) les méthodes basées sur les lois du mouvement de l'eau dans le réseau hydrographique;
b) les méthodes basées sur les lois des processus qui se produisent dans le bassin versant.

En partant des lois du mouvement de l'eau dans le réseau hydrographique, on a établi une série de méthodes concrètes de prévision comme: la méthode des valeurs correspondantes, la méthode de la tendance, la méthode des réserves d'eau dans les lits du système hydrographique, la méthode des courbes de décrue. Ces méthodes sont plus précises et plus commodes, car elles ne se servent que des données de jaugeages hydrométriques.

Les méthodes de la classe (b) tiennent compte, soit intégralement, soit en détail, des lois de la formation de l'écou-

---

x) Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest

lement qui provient des précipitations ou de la fonte de la neige, comme par exemple la méthode de l'hydrogramme unitaire, la méthode des isochrones, la méthode de l'afflux latéral etc., qui permettent la prévision de l'hydrogramme des crues.

Dans ce rapport général nous ne nous sommes occupés que des méthodes de prévision qui s'appliquent de façon courante, indépendamment de l'état spécial de l'eau de la rivière, comme sont les crues ou les étiages. Les travaux qui s'occupent des méthodes de prévision de l'eau dans ces dernières situations sont passes en revue dans le deuxième et le troisième rapports généraux.

A part ces méthodes, peuvent apparaître encore d'autres, qui partent de la considération des lois qui caractérisent les deux classes mentionnées plus haut; c'est le cas, par exemple, de la méthode des réserves d'eau dans les lits, qui tient compte aussi de l'afflux entré dans le réseau pendant la période d'anticipation.

Liés à l'application des méthodes de prévision, il existe deux problèmes importants:

a) l'évaluation de l'exactitude de la méthode pour déterminer sa valeur pratique avant de l'appliquer, et
b) la détermination des erreurs des résultats des prévisions établies en utilisant les méthodes de prévision.

Les méthodes de prévision courante ont été aussi l'objet de communications présentées aux deux premières conférences des pays danubiens (Budapest 1961 et Graz 1963).

A la première conférence, K.Szesztay a présenté une méthode de prévisions quotidiennes des niveaux sur le Danube hongrois, en utilisant la section longitudinale de la variation des niveaux d'un jour à l'autre.

A la deuxième conférence, A.I.Afanasiev a présenté les corrélations de prévision du débit moyen mensuel de la station

d'Orşova avec une anticipation de cinq jours, en se basant sur le volume de l'eau dans les lits du système hydrographique et la relation de prévision du débit minimum décadaire à la même station, en partant des débits de quatre stations du bassin de réception; D.Lăzărescu a présenté les corrélations de prévisions à la même station hydrométrique, Orşova, des débits moyens pour 5 jours, avec une anticipation de 5 jours, et des débits moyens décadaires avec une anticipation de 5 et de lo jours, en partant toujours du volume de l'eau dans les lits du système hydrographique.

A notre conférence, dans le domaine des prévisions courantes, on a présenté deux communications sur les méthodes proprement dites de prévision (H.Krisch: "Les prévisions hydrologiques pour le Danube en aval de l'embouchure de l'Inn", et D.Lăzărescu "La prévision à courte échéance des débits de l'eau en utilisant les réserves d'eau dans les lits des rivières et de l'afflux de l'eau du réseau hydrographique - Application à la station hydrométrique d'Alba Iulia sur la rivière Mureş") et une communication qui analyse les erreurs des prévisions courantes (L.Goda: "Relativement au problème des prévisions à longue échéance des niveaux de l'eau dans le secteur moyen du Danube").

Dans sa communication, H.Krisch expose la méthode de prévision à courte échéance des débits qui entrent dans la centrale hydro-électrique de Jochenstein sur le Danube.

En essence, la méthode de prévision des débits d'une station située en aval, prend en considération les débits des stations hydrométriques situées en amont, ainsi que l'afflux intermédiaire; à l'aide de cette méthode, on peut connaître les débits du Danube et de l'Inn avant leur confluence; en partant de ces débits, on peut faire les prévisions pour Jochenstein. Si, entre la confluence de l'Inn avec le Danube et Jochenstein, tombent d'importantes précipitations, on tient compte aussi de l'afflux intermédiaire, déterminé comme la différence entre le débit de Jochenstein et la somme des

débits du Danube et de l'Inn avant leur confluence. Les prévisions se font d'habitude à 8 heures pour les 24 heures suivantes; à 17 heures on fait les éventuelles corrections.

De cette façon, la centrale hydro-électrique de Jochenstein peut connaître à temps la valeur et la date quand aura lieu le débit maximum.

L'auteur ne donne pas suffisamment de détails sur la façon de transmettre les débits jusqu'à Jochenstein, ce qui serait très intéressant à connaître, car les temps de parcours du Danube bavarois et de l'Inn à Jochenstein sont très différents.

De même, pour le rapporteur n'est pas très clair l'avantage de cette méthode en comparaison avec, par exemple, la méthode des débits correspondants, car l'auteur ne présente pas une analyse, même succinte, des erreurs qui ont résulté de l'application de la méthode employée.

Dans sa communication, D.Lăzărescu a essayé d'améliorer les résultats de l'application de la méthode de prévision à courte échéance des débits, en partant des réserves de l'eau dans les lits du réseau hydrographique, en tenant compte de l'afflux de l'eau entrée dans les lits pendant la période d'anticipation.

L'expression finale à partir de laquelle on fait les prévisions est:

$$\overline{Q}_{n+t+T} = f\left[W_{n(T)}\right] + \sum_{n+t}^{n+t+T} q_i \overline{R}$$

où $\overline{Q}_{n+t+T}$ est le débit moyen pour une période T (de 0,5 jours, 1 jour et 2 jours etc.) avec une anticipation t (égale à l'intervalle entre la date de l'établissement de la prévision et la date du commencement de la période T). Le schéma de cette relation est le suivant : /le schéma de I - 3/; $f\left[W_{n(T)}\right]$ représente le débit déterminé en se basant sur la réserve de l'eau dans les lits $W_{n(T)}$ au moment n dans les secteurs

du réseau hydrographique délimités par deux isochrones, l'une avec la valeur de t et l'autre avec la valeur t+T, et $\sum_{n+t}^{n+t+T} q_i \bar{R}$ représente le débit qui dépend de l'afflux de l'eau q qui provient des précipitations liquides tombées avant le moment n et qui rentrent dans le réseau après ce moment (pendant la période d'anticipation) et des ordonnées de la courbe $\bar{R} = f(\tau)$, qui est la courbe du déplacement de l'eau dans les lits du réseau hydrographique.

L'afflux de l'eau q est déterminé en partant des précipitations liquides x, du coefficient d'écoulement η et des ordonnées $(\frac{\Delta \omega}{F})$ de la courbe des surfaces élémentaires relatives de l'écoulement sur les versants, qui montrent la façon dont l'eau des précipitations arrive du lieu où elles sont tombées jusqu'au réseau hydrographique.

Pour la courbe $\bar{R} = f(\tau)$ on se sert de la somme de deux sinusoïdes, l'une ayant une période qui est la moitié de la période de l'autre.

En vérifiant l'application de cette augmentation provenue des précipitations, aux crues de la saison de printemps des années 1962, 1963 et 1964, on constate que les prévisions se sont améliorées de 5 à 4o% en comparaison avec les prévisions élaborées en partant seulement des réserves d'eau des lits (figure 7/I-3).

Quoique la méthode donne des résultats positifs, étant très laborieuse, à part le fait que dans le calcul de l'afflux on peut introduire de grandes approximations surtout à cause du coefficient d'écoulement, elle ne peut être appliquée d'une façon courante qu'à un nombre restreint de stations.

Dans sa communication, L.Goda analyse, en se basant sur les données des années 196o - 1964, la précision des prévisions des niveaux mensuels pour le secteur moyen du Danube, élaborées en partant des relations qui tiennent compte de la réserve d'eau des lits. L'auteur se sert dans son analyse des erreurs relatives des prévisions $\beta = \frac{\Delta H}{H_a}$ où ΔH est la

différence entre le niveau prévu et celui réalisé, et H_a est l'amplitude de la variation des niveaux dans la période multiannuelle. Pour apprécier l'efficacité de la méthode de prévisions analysée, on compare les valeurs β avec les valeurs $\beta^{\times} = \frac{\Delta H'}{H_a}$ où $\Delta H'$ représente la déviation de la normale par rapport au niveau réalisé.

Autrement dit, on compare les résultats des prévisions données par les relations qui partent de la réserve d'eau des lits, avec les résultats des prévisions données en partant de la valeur normale (moyenne multiannuelle) des niveaux caractéristiques mensuels; cette dernière prévision est très simple et commode à appliquer.

La comparaison des résultats de ces deux méthodes (tableaux 2 et 4/I-2) montre que leur répartition par classes de pourcent est approximativement la même, ce qui nous mène à des conclusions en quelque sorte pessimistes, en ce qui concerne la justification de la méthode basée sur les réserves d'eau des lits.

En vue de qualifier l'éfficacité des prévisions, l'auteur se sert d'un diagramme de liaison entre β et $\beta/\beta^{\times}$ sur lequel il délimite quatre zones correspondant aux qualificatifs bien, satisfaisant, faible et insuffisant (fig. 3/I-2).

En analysant les causes des erreurs enregistrées (comme valeur et comme signe), l'auteur constate que la période 1960-1964 a été, en ce qui concerne l'écoulement, au-dessous de la normale, et signale la grande importance des précipitations de la période d'anticipation des prévisions.

Le rapporteur considère comme positive l'introduction de la comparaison avec la normale, car seulement ainsi on peut apprécier l'efficacité de la méthode. Mais l'emploi de l'amplitude dans l'analyse des erreurs est lié à toute une série de difficultés, par le fait que l'amplitude ne caractérise pas assez bien la variation réelle de la série de données (voyez l'article de E.G.Popov et V.N.Parşin dans les travaux

T.I.P 84/1959). Il aurait mieux valu d'employer, pour caractériser l'éfficacité de la méthode de prévision, les indices de détermination dans la composition desquels entre - outre l'erreur type -, l'écart moyen quadratique de la variation prévue en rapport avec le changement moyen de la période couverte par les prévisions (voir le guide des travaux hydrométéorologiques, chap.6, Varsovie 1964).

La communication de L.Goda présente pour la première fois aux conférences sur la prévision hydrologique des pays danubiens, une analyse spéciale et unitaire des erreurs de l'application d'une méthode de prévision, ce qui est un fait positif. Nous considérons qu'il aurait été utile que l'auteur compare les erreurs de cas concrets de prévision aux erreurs de la méthode mentionnée par l'auteur, des relations de prévisions.

.·.

En général, dans le domaine des prévisions courantes, on a présenté à cette session peu de communications; cela s'explique, probablement, par le fait que divers spécialistes ont étudié jusqu'à présent particulièrement ces méthodes, et on est arrivé déjà à la consécration de beaucoup de méthodes comme: la méthode des valeurs correspondantes, la méthode de la tendance, la méthode des réserves d'eau des lits etc., qui sont faciles à appliquer et suffisamment précises.

Nos conférences ne pourront que préciser les limites d'application des méthodes de prévision et certains perfectionnements de la technique de l'application.

Discussions

A.I.AFANASIEV (Union Soviétique) indique que dans les prévisions à courte échéance, basées sur les réserves d'eau des lits, il est nécessaire de tenir compte aussi des précipitations qui tombent dans la période d'anticipation ou dont l'influence est ressentie au cours de ce même intervalle. Chaque bassin dispose d'une certaine étendue jusqu'à la limite de laquelle l'effet des précipitations pourrait être négligé, mais au-dessus de laquelle il faut obligatoirement tenir compte des précipitations.

H.KRISCH (Autriche) après avoir présenté certains détails de la méthode qu'il a employée, indique que la précision de cette méthode est de 10 % pour les valeurs réduites, de 5 % pour les valeurs moyennes et de 3 à 4 % pour les valeurs élevées.

A.BECKER (République Démocratique Allemande) désire savoir si à l'application de la méthode basée sur les réserves d'eau des lits on a tenu compte des ouvrages hydrotechniques existant à l'intérieur du bassin, et aussi le critère de la délimitation des saisons.

C.DIACONU (République Populaire Roumaine) considère que le titre du rapport général n'est pas conforme à son contenu, vu que les méthodes générales s'occupent de toutes les phases du régime d'écoulement. Il souligne aussi la nécessité d'une étroite collaboration, à l'avenir, entre les pays danubiens en ce qui concerne l'échange de données, de publications et de manifestations scientifiques organisées dans le cadre de la Décennie Hydrologique Internationale pour les problèmes d'hydrologie du bassin du Danube.

M.PODANI (République Populaire Roumaine) exprime la nécessité d'une information réciproque des pays danubiens, basée sur un échange de données et de prévisions.

D.LĂZĂRESCU (République Populaire Roumaine) répond que les titres des rapports généraux présentés à la conférence ont un caractère conventionnel ad-hoc et qu'ils ne représentent point une classification rigoureuse des domaines des prévisions hydrologiques.

En réponse aux questions posées par A.Becker sur la modalité d'application de la méthode des réserves d'eau des lits, il montre que, dans les bassins étudiés, les ouvrages hydrotechniques n'ont pas eu un effet marquant sur le régime et, par conséquent, on ne les a pas pris en considération. Quant aux saisons, celles-ci ont été délimitées comme suit: le printemps (IV - V), l'été (VI - IX), l'automne (X - XI).

Le rapporteur se déclare être complètement d'accord avec le reste des remarques d'ordre général qui ont été faites au cours des discussions.

LA PREVISION DES ONDES DE CRUE

Gh.Platagea x)

Les trois communications présentées à la conférence s'occupent du problème de la prévision de l'écoulement maximum des affluents du Danube.

La littérature de spécialité étudie plus amplement les problèmes de la prévision sur les grandes rivières. En échange, le problème des prévisions de l'écoulement, surtout de celui provenant des pluies, sur les petites rivières, n'est pas assez amplement étudié, fait sur lequel les auteurs des communications dont je fais la synthèse attirent l'attention d'une façon très juste.

On sait qu'à la formation de l'écoulement maximum participent deux catégories de facteurs :

1. Facteurs constants ou peu variables dans le temps pour le bassin étudié, tels que les caractéristiques du bassin, la forme et la surface, les pentes. le degré de fragmentation, le degré de boisement, le degré d'inondation du sol, la végétation etc.

2. Facteurs variables dans le temps, tels que : précipitations, dont on étudie la quantité, la répartition sur le territoire et dans le temps, la durée et l'intensité, ainsi que le degré d'humidité du bassin, qui détermine ses caractéristiques d'infiltration et donc ses pertes par l'écoulement.

Ces deux catégories de facteurs sont en étroite connexion, mais, pour résoudre les problèmes pratiques, il est difficile, quelquefois même impossible, de faire une estimation.

---

x) Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest.

W. Kresser, dans sa communication (II-3) montre exactement cette situation.

Les hydrologues de différents pays, pour résoudre les problèmes pratiques de la prévision de l'écoulement maximum, tiennent compte des facteurs les plus représentatifs, caractérisant non seulement le processus de la formation de l'écoulement en géneral, mais les conditions physico-chimiques concrètes du bassin de réception étudié.

Les études de prévision des crues présentées à cette Conférence sont elles aussi élaborées en ce sens.

E. Schimo par exemple, dans son étude "Sur la possibilité d'établir des prévisions de l'écoulement de printemps dans les bassins des Carpates de la Tchéchoslovaquie"(II-2) analyse la possibilitée d'établir des prévisions pour les rivières de ce pays, en évaluant en détail les conditions physico-géographiques concrètes, ainsi que les principaux facteurs qui forment l'écoulement.

L'auteur a choisi les principaux facteurs à l'aide d'arguments physiques, pratiques et statistiques, parmi lesquels il inclut la réserve d'eau de la couche de neige ou son indicateur au moment de la prévision, les précipitations de printemps, et la capacité d'infiltration du sol à la même époque.

Dans les bassins où le sol a une perméabilité réduite, l'auteur recommande, pour en faciliter l'étude, de déterminer le volume de l'écoulement de printemps en le considérant fonction de l'accumulation de la neige tombée en hiver et des précipitations du printemps.

En tenant compte des déficiences des données obtenues des observations, l'auteur s'arrête sur la détermination indirecte de la réserve d'eau de la couche de neige.

Comme première approximation, l'auteur nous recommande de partir des données sur la hauteur de la couche de neige, en tenant compte de la réduction de cette hauteur dans le temps,

à l'aide de la relation suivante :

$$h_x = h_o \; x^{-0,3} \text{ (selon I. Martinet)} \qquad (1)$$

où

h_o - la hauteur initiale de la couche de neige ;

h_x - la hauteur de la couche de neige après x jours.

La densité initiale de la neige est considerée par l'auteur égale à o,1.

D'une façon judicieuse, l'auteur démontre que la détermination, même la plus exacte, des précipitations totales de l'hiver, ne peut être considérée comme un bon indicateur de l'accumulation de neige en hiver dans le bassin du territoire étudié.

En conséquence, E.Schimo propose de tenir compte de l'alternance des températures positives et négatives de l'air , en sachant aussi l'importance de la formation de l'écoulement de la fonte des neiges.

L'auteur se base sur l'indicateur d'accumulation de neige proposé par L. Serra et déterminé comme

$$n = \frac{[m]}{\Delta} \cdot 100\% \qquad (2)$$

où

m - la grandeur moyenne des températures minima journalières;

Δ - la différence entre la hauteur moyenne des températures maxima journalières de l'air (M) et la grandeur moyenne des températures minima journalières de l'air (M).

En tenant compte de la répartition inégale des précipitations dans le temps, E. Schimo emploie cet indicateur pour des intervalles de temps plus courts et calcule les pertes des précipitations totales dans l'unité de temps, par la relation :

$$A_{k_n} = A_{k_{n-1}} + X_n \eta - T_n \varphi \qquad (3)$$

où

A_{k_n} - l'indicateur de la quantité de neige accumulée dans l'intervalle de temps considéré (n) ;

$A_{k_{n-1}}$ - l'indicateur de la quantité de neige accumulée dans l'intervalle de temps n-1 ;

X_n - la somme des précipitations dans l'intervalle de temps (n) ;

T_n - la somme des températures moyennes journalières positives de l'air dans l'intervalle de temps (n) ;

η - le coefficient de la fonte de la neige (en mm) à 1^o/jour.

Vu le manque de données obtenues par des observations, le coefficient Ø est considéré, conformément aux données de la littérature de spécialité, de 2,2 m à 1^o jour.

En ce qui concerne la saturation en humidité du bassin, l'auteur recommande, en l'absence de données, de la caractériser par l'analyse de l'écoulement d'hiver dans un intervalle de temps assez long, précédant le commencement de l'écoulement de printemps. Pour déterminer les caractéristiques de la capacité d'infiltration (l'épaisseur de la couche de sol gelé), on recommande pour le commencement du printemps, d'employer la somme des températures moyennes journalières négatives de l'air de la période antérieure (hiver).

In faut souligner que l'auteur se limite seulement à l'analyse des possibilités théoriques de prévision des volumes de l'écoulement du printemps.

In serait intéressant de voir les résultats pratiques obtenus dans la prévision en déterminant les principaux facteurs par les méthodes plus haut mentionnées.

Il paraît que, en ce cas, en remplaçant les données quantitatives des principaux facteurs, ici la réserve d'eau de la couche de neige, par leurs indicateurs indirects, on arrive à de grandes erreurs, donc à des conclusions erronnées, s'agis-

sant d'un territoire montagneux.

En prenant la densité initiale de la neige égale à o,1, densité conventionnelle, parce que les autres auteurs la considèrent différemment, on arrive à des grandeurs différentes du volume de l'écoulement pour la même couche de neige.

La prévision des crues sur les petites rivières est analysée par W.Kresser dans son étude "Sur le problème des prévisions des crues concernant les petites rivières" (II-3).

Si l'on tient compte que le problème de la mise en valeur des petites rivières este actuellement de plus en plus important, la prévision de l'écoulement maximum acquiert aussi une grande importance.

L'auteur donne l'exemple de la rivière Pielach à la station hydrométrique Hofstetten dont le bassin est situé dans la zone alpine de l'Autriche, et dont la surface de réception est de 29o Km^2, et propose la méthode de la prévision des crues.

A la base de cette méthode, il met la relation entre l'écoulement maximum de la rivière et la quantité (total en trois jours) des précipitations liquides et solides du bassin, en tenant compte de l'humidité du sol avant la crue et de la température de l'air dans la période des précipitations.

On détermine la quantité des precipitations, considerée comme un facteur important de la méthode proposée, selon les données obtenues aux stations météorologiques, comme une valeur arithmétique moyenne.

Les relations obtenues sont bonnes (fig.2,3,4/II-3). Sur la figure 2 on donne la relation entre le débit maximum de l'eau (m^3/s) et la somme des précipitations tombées les trois jours précédents.
La grande dispersion des points de cette relation se produit, selon l'auteur, à cause de l'influence inégale des précipitations tombées en des zones différentes d'une part, et d'autre part, de la quantité différente de précipitations tombées les

jours précédents, comme résultat du degré différent d'humidité du sol du bassin avant la crue. En tenant compte de l'influence différente du degré d'humidité du bassin, l'auteur démontre que les précipitations tombées les jours précédents ont un valeur différente dans la formation des ondes de crue et, se basant sur les données existantes obtenues des observations directes, il trouve que la meilleure relation entre le débit maximum (m^3/s) et les précipitations est celle établie quand les précipitations tombées le jour précedent, avant la pluie principale, ont le coefficient o,7 tandis que les précipitations tombées deux jours avant la pluie principale, ont le coefficient o,3 (fig.3).

La cause des écarts accentués de certains points de la figure 3 (II-3) este expliquée au moyen de l'analyse des dornées mêmes, obtenues des observations.

Il trouve que, dans ce cas, les écarts dépendent de l'existance d'une couche de neige dans la partie supérieure du bassin et de la variation de la température de l'air, le débit étant réduit aux températures basses de l'air aussi quand il neige, et étant aggrandi aux températures hautes aussiquand les précipitations tombent en quantité réduite.

Se basant sur les conditions ci-dessus mentionées, l'auteur propose la relation générale sous la forme suivante :

$$HQ = f\left[h_{N,i} \sum_{i-n}^{i-1} \bar{h}_N T_i S(T_i)\right]$$

où

HQ - este le débit maximum en $m^3/$;

$\bar{h}_{N,i}$ - la pluie principale dans l'intervalle de temps i, en mm ;

$\sum_{i-n}^{i-1} h_N$ - la pluie moyenne pesée pour l'intervalle de i - 1 à i - n ;

T_i - la température de l'air pendant la pluie ;

S (T_i) - l'état de la neige dans l'intervalle de temps i.

Tous les termes de la relation (1) ont été connexés sous la forme du nomogramme de la figure 4(II-3).

Sur le premier cadran du nomogramme, sur l'axe des abscisses, est inscrite la pluie principale dans l'intervalle de temps i, en mm; dans le champ des points - la somme moyenne pesée des précipitations tombées les jours précédents dans l'intervalle de temps de i - 1 à i - n ; sur l'axe des ordonnées est inscrite la somme moyenne pesée des précipitations dans l'intervallede temps de i à i-n.

Sur le deuxième cadran, sur l'axe des ordonnées,est inscrite l'épaisseur de la couche de neige en cm et dans le champ des points, la température de l'air.

Sur l'axe des abscisses est inscrite la somme des précipitations en mm dans l'intervalle de temps de i à i-n, en tenant compte de l'accumulation et de la fonte des neiges,l'auteur considérant la densité de la neige dans la détermination de la quantité d'eau obtenue de la neige fondue égale à o,2.

Sur le troisième cadran, il présente la relation entre le débit maximum (m^3/s) et les précipitations moyennes pesées,en tenant compte de la fonte et de l'accumulation de la neige.

Sur le quatrième cadran on donne la courbe des débits.

Le nomogramme élaboré donne la possibilité d'agir avec une grande facilité dans les prévisions. Mais il nous semble nécessaire d'étudier par la suite avec plus d'attention cette méthode, dans le sens d'une analyse plus detaillée des facteurs qui déterminent les pertes par l'écoulement dans le bassin.

Les coefficients constants o,3 et o,7 adoptés dans cette méthode pour les précipitations tombées auparavant, sont conventionnels dans un certain sens, parce que, pour des degrés différents d'humidité du sol avant les crues, la valeur des précipitations tombées les jours précédents dans la formation

de l'écoulement sera différente. Ce qui veut dire, qu'à la même quantité de précipitations moyennes pesées et à de degrés différents d'humidité du sol, avant la crue, l' écoulement sera différent.

Puisqu'il est question de petits bassins, où la pluie peut durer plus longtemps que le temps de passage de l'eau dans le lit jusqu'à la section considérée, il serait très intéressant de voir le rapport entre le débit maximum et les précipitations qui le déterminent (c'est-à-dire la quantité de précipitations tombées dans un intervalle de temps plus court).

Dans les bassins de petites dimmensions, la relation entre le débit maximum et la somme (moyenne pesée) des précipitations en trois jours ne reflète pas judicieusement l'essence physique du phénomène. Selon nous, il faut tenir compte aussi que, dans les régions montagneuses où les précipitations qui provoquent les crues ne sont pas uniformes, adopter une valeur moyenne arithmétique peut causer des erreurs dans les prévisions.

Le problème de la prévision du volume des crues est analysé par I. Prochazka dans son étude "Prévision du volume des crues dans le bassin supérieur de la rivière Waag" (II-1).

Le Waag est une rivière de montagne ayant une étendue du bassin de réception de 2140 km^2.

À la base de la méthode proposée, il y a la relation entre le volume de l'écoulement et le volume des précipitations, en tenant compte de l'humidité antérieure du sol.

Le volume des crues est déterminé par l'auteur selon les hydrogrammes observés entre 1921 - 1960, et le volume des précipitations tombées, selon les observations faites à huit stations météorologiques, comme valeur moyenne arithmétiques.

Le degré d'humidité antérieure du sol est calculé par l'auteur en deux variantes, en introduisant dans la relation $y = f(x)$ de la variable (Z) : a) sous la forme du

nombre des jours entre deux crues, et b) sous la forme d'une somme totale des précipitations dans un intervalle de temps de lo jours précedant le commencement des crues.

Les relations obtenues (figures 2,3 (II-1) sont assez bonnes et reflètent les lois du phénomène, surtout dans la variante b, où l'humidité antérieure du sol du bassin est calculée par la somme des précipitations en lo jours avant le commencement de la crue.

La méthode permet d'obtenir une prévision à une anticipation minimum de 12 heures.

Il faut relever la dispersion assez grande des points de la corrélation dans les deux variantes.

En tenant compte du caractère montagneux du bassin de réception et de l'emplacement des stations météorologiques situées à une altitude de 6oo à looom, tandis que le niveau de l'eau passe du nord au sud à des altitudes de 2ooo m, il nous semble qu'on peut obtenir une précision ultérieure de la méthode en organisant des observations des précipitations à de grandes altitudes, aussi par la détermination des valeurs moyennes pesées des précipitations tombées dans le bassin.

La méthode est destinée à la prévision du volume des crues, ce qui est très important dans l'exploitation des centrales hydro-électriques.

In serait intéressant d'employer la même méthode aussi à la prévision du débit et du niveau dans l'exutoire du bassin versant.

. . .

En conclusion il faut souligner l'importance scientifique et pratique des études dont j'ai fait le rapport, et la nécessité d'études ultérieures, pour préciser les méthodes de prévision

des crues sur les petites rivières.
En ce sens, il est très important d'avoir pour tous les bassins des données sûres sur les éléments principaux du régime hydrométéorologique. Cette observation se réfère surtout aux précipitations et aux indicateurs de l'humidité du sol.

Il est facile à comprendre que l'organisation des observations sur cet important élément qui est la couche de neige, est un problème très complexe. Il faut souligner que, seulement par des mesures directes, on peut éviter les grandes erreurs qui apparaissent dans le calcul des déterminations indirectes.

Discussions

V.STĂNESCU (République Populaire Roumaine) énonce une série de considérations sur le volume d'eau provenant de la fonte des neiges, en proposant divers procédés pour prendre en considération l'humidité du sol qui influence le coefficient d'écoulement; ces procédés pourraient être:

- la prise en considération, en dehors de la somme des précipitations d'automne, aussi les températures positives de l'hiver, ces dernières caractérisant la couche de neige en partie fondue;

- l'introduction des précipitations de la période d'anticipation;

- l'introduction d'un paramètre pouvant caractériser la fonte de la neige pendant la période d'anticipation, comme par exemple l'intensité (la moyenne) de la température positive de l'air.

La période d'anticipation au printemps est une variable qui dépend de l'évolution du phénomène physique de la fonte des neiges, selon la dynamique de l'isoligne de 0°C.

A.I.AFANASIEV (Union Soviétique) estime qu'en ce qui concerne la prévision des crues alimentées par la fonte des neiges aussi, deux problèmes apparaissent comme très importants: 1) la détermination de la réserve d'eau provenant des neiges à un certain point du bassin, et 2) l'interpolation sur le territoire.

En ce qui concerne le premier problème, il est à remarquer que les méthodes employées actuellement déterminent la réserve dans les vallées et non pas sur les versants, et les totalisateurs employés sur les versants ne donnent pas des valeurs correctes; en ce moment on est en train d'expéri-

menter des méthodes plus perfectionnées comme, par exemple, l'emploi des isotopes ou les expéditions mobiles.

Quant au second problème, il est absolument nécessaire de prendre en considération la relation avec l'altitude; mais ces relations doivent être confirmées aussi par les données obtenues directement, comme, par exemple, celles qu'on obtient au moyen des relevés aérophotogrammétriques.

En conclusion, A.I.Afanasiev déclare qu'il est tout à fait d'accord avec les indices proposés par le délégué roumain, V.Stănescu.

C.MOCIORNIȚĂ (République Populaire Roumaine) montre que les facteurs les plus importants pris en considération pour le calcul des crues provenant des pluies, dans le cadre de L'Institut de Recherches Hydrotechniques, sont: les précipitations, les températures, la saison, la valeur du débit antérieur à la crue, l'humidité du sol. Il indique aussi quelques procédés de détermination de ces facteurs, comme, par exemple: le calcul en moyennes pondérées des précipitations et des températures moyennes du bassin, et le choix, comme indice de l'humidité du sol, de la somme des précipitations journalières moyennes pondérées tombées pendant 30 jours dans le bassin, somme subordonnée à un coefficient qui tient compte de l'intervalle de temps qui sépare le jour respectif de l'instant où s'est déclanché le commencement de la crue.

M.Mociornițǎ préconise que le nombre de stations pluviométriques devant être pris en considération pour le calcul des crues provenant des pluies, doit être de une station pour 100 à 200 km^2, dans les bassins qui renferment des collines et des montagnes et qui ont une étendue de 500 à 1000 km^2; il est nécessaire aussi que la distribution de ces stations sur l'étendue du bassin soit représentative pour ce dernier.

W.KRESSER (Autriche) propose la définition suivante pour les

prévisions à brève échéance: les prévisions à brève échéance sont celles qui ont rapport à des phénomènes se produisant sur une partie seulement du bassin de réception. Une telle prévision peut avoir une anticipation de quelques heures dans la région des montagnes, et jusqu'à une semaine pour les bassins de grandes dimensions.

L'orateur considère que l'élaboration des prévisions serait facilitée dans une grande mesure si les prévisions ne comprenaient que les données obtenues à une ou deux stations représentatives du bassin.

V.DUMITRESCU (République Populaire Roumaine) présente quelques aspects de l'activité de recherche de l'Institut de Recherches Hydrotechniques dans le domaine de la prévision des crues au printemps. Les facteurs importants dont dépendent la qualité et l'efficacité des méthodes de prévision des crues au printemps sont, en premier lieu, le degré de connaissance de la couche de neige, et ensuite la capacité d'absorption du sol et le front de la fonte de la neige. A la suite de quelques études préliminaires, on a abouti à la conclusion que les types des relations des prévisions dans la zone de montagnes ou de collines diffèrent de ceux de la plaine.

G.PLATAGEA (République Populaire Roumaine) déclare être d'accord avec les opinions exprimées par ceux qui ont pris la parole avant lui.

METHODES DE PRÉVISIONS DES ÉTIAGES

J. Boisnard x)

Les rapports dont je dois vous rendre compte aujourd'hui sont au nombre de trois. L'ordre dans lequel je les présenterai n'a rien à voir avec leur importance. Tous les trois se réfèrent aux méthodes de prévision des débits, dans les périodes de basses eaux, en tenant compte de la diminution des réserves d'eau du bassin versant. Ce domaine a déjà fait par le passé l'objet de nombreaux travaux. Pour pouvoir apprécier comment les rapports s'insèrent parmi les préoccupations actuelles et rendre plus facile leur discussion, permettez-moi de retenir votre attention sur quelques questions d'ordre général. Les prévisions des étiages portent sur une période d'anticipation qui, en général, excède largement le temps de propagation de l'eau à travers le système fluvial. Dans ces conditions, les débits à prévoir sont déterminés par trois facteurs fondamentaux :

- la réserve d'eau du bassin au moment de l'élaboration des prévisions ;
- le régime d'épuisement de cette réserve, et
- les apports supplémentaires d'eau dans le bassin, pendant la période d'anticipation.

De ces trois facteurs, les deux premiers sont des facteurs initiaux, le dernier est un facteur subséquent, dont les difficulté rencontrées à son évalution sont bien connues.

---

x) Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest

Pour éviter ces difficultés, les méthodes de prévisions des étiages sont généralement basées sur l'analyse de l'écoulement de l'eau des réserves du bassin, après la céssation de tout apport d'eau extérieur. Il y a deux voies essentiellement différentes quant à leur principe, pour résoudre ce problème.

La première consiste à étudier le phénomène hydrologique global, la seconde s'appuie sur une analyse approfondie des facteurs génétiques de l'écoulement et de leur interdépendance.

Malgré les difficultés, d'importantes recherches ont été engagées sur cette seconde voie, la seule qui, de toute évidence, est fondée sur des prémisses scientifiques rigoureuses.

A la dernière Assemblée Générale de l'U.G.G.I. (Berkeley 1963), de nombreuses communications ont surtout analysé les relations entre les eaux de surface et les eaux souterraines.

Ainsi, par exemple, A.I. Subbotin rend compte d'une méthode appliquée avec succès en U.R.S.S. pour élaborer des prévisions à terme d'écheance de plusieurs mois, en utilisant les relations entre les niveaux des eaux souterraines et les débits en période de basses eaux : H.C.Riggs (U.S.A.),en se basant sur l'influence des effets des différentes nappes aquifères sur les courbes de décrue, présente une méthode de construction synthétique de ces courbes : Gy.Kovacs(Hongrie) s'occupe des relations entre les basses eaux d'automne et le régime des eaux souterraines : H. Dieler (Allemagne) expose les résultats obtenus à l'étude de l'action réciproque entre l'eau de surface et la nappe aquifère pour le Rhin ; P. J. Wemelsfelder (Hollande) se penche sur le problème de la persistance des débits des rivières en corrélation avec les réserves d'eau souterraine, dont il présente aussi quelques aspects intéresants, liés aux prévisions du débit du Rhin, à la seconde conférence des pays danubiens sur les prévisions hydrologiques (Graz 1963).

Vu les difficultés des méthodes fondées sur l'étude génétique

des phénomènes hydrologiques, il n'est que naturel que parallèlement à ces méthodes, de nombreux travaux soient consacrés à une meilleure application des méthodes empiriques. Comme il est bien connu, celles-ci consistent à construire les courbes de décrue de l'hydrogramme global sur la base des données sur les débits dans les périodes sèches. L'expérience prouve que, dans de nombreux cas, ces courbes sont le mieux décrites par des fonctions exponentielles ou hyperboliques.

Les formes les plus fréquemment rencontrées sont :

Pour les fonctions exponentielles :

$$Q(t) = (Q_o - q)\, e^{-kt} + q \qquad (1)$$

où Q représente le débit initial, q le débit de base, t le temps et k un paramètre d'ajustement.

$$Q(t) = Q_o\, e^{-kt^n} \qquad (2)$$

qui introduit un paramètre d'ajustement supplémentaire :"n"

$$Q(t) = Q_o\, e^{-kt} \qquad (3)$$

qui este une des formes les plus ancienne due à Maillet en 1905.

Pour les fonctions hyperboliques :

$$Q(t) = \frac{\alpha}{t^n} + q \qquad (4)$$

où α et n sont des paramètres d'ajustement. Les ralations (1) et (4) ayant des termes libres sont construites pour les cours d'eau à très fortes réserves souterraines, ou qui sont alimentés par les glaciers ou des neiges permanentes, le débit de base approchant assymtotiquement une valeur constante. La condition fondamentale requise à l'emploi des courbes de

décrue pour l'élaboration des prévisions et leur stabilité. Ceci est d'ailleurs le côté le plus discuté de la méthode.

La courbe de décrue de l'hydrogramme global est la synthèse des courbes de décrue du ruissellement superficiel de l'écoulement hypodermique et de l'écoulement souterrain, chacune des ces trois composantes ayant ses caractéristiques propres d'écoulement. La proportion avec laquelle ces composantes participent à la formation du débit global est, par conséquence, variable, ce qui a pour cause l'instabilité des courbes de décrue. On se contente d'habitude d'employer des méthodes d'approximation assez simplistes pour tracer la courbe moyenne de décrue. Z. Kaczmarck (Pologne) en 1961, dans son rapport à la conférence des prévisions de Budapest et, plus récemment, E.J. Gumbel en 1963 (U.S.A.)[x], ont apporté des contributions essentielles en appliquant les méthodes de la statistique mathématique au traitement des données, méthodes reprises par M.B. Fiering (U.S.A.)[xx] en 1964 et adoptées pour le calcul aux calculatrices électroniques.

Il convient de faire mention aussi du rapport présenté par K. Szestay à la conférence des prévisions hydrologiques de Budapest (1961) qui introduit dans des corrélations des facteurs supplémentaires de correction. (Q min dans lo jours avant la prévision et des corrélations, avec les niveaux correspondants d'amont).

Je présenterai les communications qui font l'objet de mon rapport en commençant par celui de M. Balco. Ce rapport s'occupe de l'application dans une situation concrète, le cours superieur du Waag, au poste hydrométrique Liptovski Mikulach, d'une méthode de prévision des étiages en se basant sur la séparation des composantes de l'hydrogramme global de décrue. L'auteur admet comme hypothèse fondamentale que le point de la courbure maximum de la courbe de décrue, marque le moment

x) E.S. Gumbel : Statistical Forecast of droughts, Bul. AIHS VIII - 1963

xx) M.B. Fiering : A. Markov model for low - flow analyses. Bul. AIHS IX - 1964.

de séparation entre l'écoulement de surface et l'écoulement souterrain. Les coordonées (Q_c, t_c) de ce point devront donc correspondre au rayon de courbure minimum.

Conformément aux trav aux antérieurs de l'auteur, les courbes de décrue du territoire de la Tchéchoslovaquie peuvent être approximées par une rélation exponentielle de forme :

$$Q_t = Q_o e^{-\alpha \sqrt{t}} \qquad (5)$$

En calculant pour des segments successifs de la courbe de décrue les valeurs du rayon de courbure exprimé par la relation :

$$q = \frac{(1 + Q'^2)^{3/2}}{Q''} \qquad (6)$$

on a pu construire graphiquement, pour diverses valeurs du paramètre d'ajustement α , les courbes de variation du rayon de courbure (q) par rapport aux temps (fig.1) Le temps (t_c) marquant le moment de séparation entre l'écoulement de surface et l'écoulement souterrain est déterminé par le minimum de la courbe.

Les valeurs de t_c permettent de déduire les débits correspondants à ces valeurs (Q_c) pour différentes valeurs du paramétre α et ainsi de construire une relation entre Q_c et α :

$$Q = \frac{3,95322}{\alpha \log e} \qquad (7)$$

Les valeurs substituées en (1) permèttent de déduire la relation :

$$t_c = \frac{\log^2 \frac{Q_o}{Q_c}}{(\alpha \log e)^2} \qquad (8)$$

Pour le cas concret étudié, la Waag au poste Liptovski Miku-

lach, ayant un bassin versant de 1106,4 km^2, en appliquant les relations citées avant, on arrive à la conclusion que les courbes de tarissement sont représentées par les portions des courbes de décrue au-dessous des valeurs de 50 m^3/sec, et pour un coefficient de tarissement moyen $\alpha_t = 0,114$, il en résulte pour la courbe de tarissement, l'expression :

$$Q_{unt} = 324\ e^{-\ 0,114\ \sqrt{t}} \qquad (9)$$

La relation peut être employée aux prévisions des étiages, à condition de connaître la valeur maximum de l'écoulement souterrain, considerée par l'auteur au moment de la pointe de la crue, et qui constitue le point de départ de la courbe de tarissement. Cette valeur résulte en ajoutant au débit de base le surplus de débit ΔQ_{unt} dû a la recharge des nappes aquifères souterraines pendant la montée des crues.

Conformément aux travaux antérieurs de l'auteur, le surplus de débit peut être déduit en fonction du débit de surface à la pointe de la crue Q_{ober} at du débit de base Q_H suivant la relation :

$$\Delta Q_{unt} = 3,5492\ Q_{ober}^{\ 0,4890}\ Q_H^{-\ 0,1968} \qquad (10)$$

La succession des opérations nécesaires à l'élaboration des prévisions peut être suivie sur la figure 3. Pour le cas des crues à deux pointes, le schéma des opérations est presenté sur la figure 4.

En analysant un nombre de 74 crues pluviales survenues de 1921 à 1964 (avril - septembre), l'auteur conclut que la méthode este applicable avec de bons résultats, pour des prévisions de 10 jours qui, après ce délai, peuvent être continuées pour des termes d'échéance successifs de 5 jours. La figure 5 présente la corrélation entre les débits réels et ceux calculés pour une échéance de 10 jours et la figure 6

la corrélation pour une échéance de 5 jours à partir du 10ème jour.

La précision des résultats est donnée dans les tableaux 3 et 4.

En fait de commentaires, je remarque en premier lieu, l'intérêt que présente cette étude en ce qui concerne les possibilités d'aborder le problème des prévisions des étiages en s'appuyant sur l'analyse des composantes de l'écoulement global. Mais certains aspects des procedés employés par l'auteur réclament des explications supplémentaires. D'abord, en ce qui concerne le procédé utilisé à séparer la courbe de tarissement du reste de la courbe de décrue, il serait intéressant de connaître les considérations qui ont déterminé l'auteur à définir comme point de séparation sur la courbe de décrue le point correspondant au maximum de courbure. Il est facile à démontrer que le paramètre d'ajustement qui définit la courbe est en fonction inverse du temps de parcours des eaux qui arrivent à l'éxutoire.

Chaque composante du débit de l'hydrogramme arrivant à l'exutoire par un chemin différent, les courbes de décrue du ruissellement superficiel, de l'écoulement hypodermique et de l'écoulement souterrain, auront chacune leurs caractéristiques propres. La courbe de décrue de l'hydrogramme global sera la synthèse de ces diverses décrues élémentaires.

Le point de courbure maximum de la courbe globale sera donc en fonction des proportions variables avec lesquelles chaque composante participe au débit global.
C'est ainsi que le maximum de courbure peut se produire bien avant le commencement du tarissement, lorsque l'influence de l'écoulement hypodermique se faît sensiblement sentir dans l'allure de la courbe de décrue. En tenant compte que la fraction du débit qui emprunte la voie hypodermique peut atteindre des valeurs importantes (jusqu'à 80% du débit total dans certains cas particuliers), il serait utile de connaitre

les conditions de validité du critère admis pour la séparation des composantes de l'hydrogramme.

En second lieu,il serait intéressant d'avoir des informations supplémentaires en ce qui concerne l'hypotèse admise par l'auteur,que la valeur maximum du débit souterrain se produit au même moment que la pointe de la crue.On observe en géneralun retardement de l'écoulement souterrain vis -à-vis de l'écoulement superficiel,ce qui est d'ailleurs en concordance avec la physique du phenomène. Les résultats des travaux en ce domaine que je n'ai pu qu'énnumérer d'une façon sommaire au commencemment de mon rapport, nous permettent d'apprécier que l'emploi des données sur les observations de la nappe aquifère pourraient être d'une grande utilité pour éclaircir ce problème.

Le rapport présenté par Ivan Kunsch présente les résultats obtenus par l'emploi des courbes de décrue de l'hydrogramme global pour les rivières de la Tchéchoslovaquie. La relation employée est une double exponentielle. la même que celle presentée dans le rapport de M.Balco et qui a été trouvée valable aussi pour les rivières qui font l'objet de l'étude de J. Kunsch. Au nombre de ces rivières se trouve aussi le Waag au poste Liptovski Mikulach et qui a fait l'objet de l'étude de M. Balco. L'auteur emploie deux procedés pour établir les relations de prévisions.

La première consiste à déterminer au moyen des procedés d'anamorphose logaritmique le paramètre d'ajustement β , c'est-à-dire l'exponent de premier ordre de la relation exponentielle (l'exponent de second ordre a une valeur constante sur tout le territoire du pays égale à o,5). Les relations obtenues sont présentées dans le tableau 3. Les résultats n'ayant pas donné satisfaction, même en élaborant des relations separées pour les différentes saisons de décrue, l'auteur s'est appliqué à construire des corrélations linéaires entre les valeurs consécutives des débits, exprimées en grandeurs non dimensionelles (rapportées aux valeurs maxima des débits). Un exemple est

présenté sur la figure 2. Les coefficients des corrélations entre les diverses combinaisons des valeurs consécutives sont présentées sur le tableau 4. L'auteur considère que ces valeurs indiquent des corrélations suffisamment serrées,ce qui justifie leur emploi aux prévisions des étiages. Des corrélations ont été aussi construites pour exprimer les relations entre trois valeurs successives (fig.3)

Pour le Danube à Bratislava, les corrélations établies pour un décalage de 5-7 jours peuvent atteindre, d'après l'opinion de l'auteur,un plus haut degré de précision,en introduisant comme variable supplémentaire la durée de la période précédente pendant laquelle les niveaux del'eau ont depassé celui enrégistré au moment de l'élaboration de la prévision.

En dehors des remarques que l'ai déjà faites en ce qui concerne la stabilité des courbes de décrue, il faut encore observer que les deux procédés ne diffèrent pas, quant à leur fond. La régression linéaire entre les valeurs consécutives est une forme transformée de la relation exponentielle en considérant la valeur $e^{-\beta\sqrt{t}} = a$ constante, ce qui donne :

$$Q_2 = a\, Q_1 \qquad (11)$$

Dès lors, la différence des résultats entre les deux procédés pourrait s'expliquer ou par la technique différente dont on a tracé les droites de régression dans les deux procédés, ou bien, par le fait que les courbes de décrue ne sont pas assez bien représentées par la fonction exponentielle admise.

D'ailleurs, la régression de la figure 2 indiquerait plutôt le résultat de la transformation d'une relation exponentielle ayant un terme libre. Je remarquerais aussi que, pour la rivière du Waag au poste de Liptovski Mikulasch, les deux rapports apprécient des valeurs différents pour le paramètre d'ajustement (de o,174 à o,253 dans le premier rapport et o,434 dans le second). Peut-être les auteurs pourront-ils nous éclairer à ce sujet.

Le troisième rapport, celui de D.Lăzărescu, présente aussi une mise en pratique de la régression liniaire appliquée, cette fois-ci, au débit moyen mensuel du Danube à Oltenița.

La relation de base est une exponentielle à terme libre qui, transformée pour les débits consécutifs, donne l'expression:

$$Q_2 = a\, Q_1 + (1-a)\, q \qquad (12)$$

ou q este le débit de base et

$$a = e^{-Kt}$$

L'auteur a pris en considération seulement les valeurs ayant un écart de moins de 1o% des valeurs des mois précédents, pour éliminer les valeurs fortement influencées par des apports d'eau supplémentaires. Les valeurs qui font l'objet des prévisions sont celles des débits garantis et, naturellement, les relations peuvent être construites seulement pour les périodes juillet - février.

Les caractéristiques des corrélations sont présentées dans le tableau 1. Selon l'opinion de l'auteur, les corrélations peuvent être considérées suffisamment sérrées pour leur emploi aux prévisions. À la base d'une analyse des erreurs, l'auteur conclut que la méthode donne des résultats comparables à ceux obtenus par la méthode des réserves d'eau du réseau fluvial et qu'elle peut être appliquée avec des résultats acceptables pour la prévision des débits mensuels du mois prochain (erreurs de moins de 2o%), ainsi que pour la prévision de débits pour les seconds mois. (erreur jusqu'à 25%).

Le procédé choisi par l'auteur dérive de la méthode des courbes de décrue de l'hydrogramme global, dont j'ai déjà relevé les aspects les plus importants.

Le choix d'une relation à terme libre est justifié pour le Danube à Oltenița, où l'on peut compter en permanence sur un débit de base important. Mais la régression exprimée par la

relation (12) ne peut être considerée linéaire que si "q" est une constante. Or les valeurs anuelles des débits minima du Danube marquent des variations substantielles dans les différentes années, ce qui indique que les valeurs des débits de base sont aussi variables d'une année à l'autre. L'influence de ces variations sur la précision des valeurs des débits prévus, ne serait donc pas dépourvue d'intérêt.

Une telle analyse pourrait être faite en écrivant la relation (12) sous la forme :

$$(Q_2 - q) = a (Q_1 - q)$$

q étant les valeurs des débits minima annuels. Evidemment, des corrélations entre les débits de base et les niveaux des eaux souterraines pourront être utiles dans le cas où l'on dispose de données nécessaires.

Il y a encore un dernier aspect que je voudrais relever en ce qui concerne les deux derniers.

Comme nous l'avons remarqué, ces rapports présentent les résultats de l'application à des situations concrètes des méthodes se basant sur la courbe de décrue de l'hydrograme global sans avoir recours à l'analyse des composantes de l'écoulement global. De telles applications sont généralement nombreuses. Pour pouvoir juger de l'intérêt des résultats obtenus, il faudrait pouvoir distinguer ce qui est particulier au cas concrets étudiés, de ce qui les distingue des conditions générales, pour expliquer la validité des résultats obtenus au moyen de ces méthodes simplifiées. En effet, l'intérêt relatif des différents résultats obtenus par l'emploi de ces méthodes ne réside peut-être pas tellement dans les détails de leur application ou dans leur vérification expérimentale par quelques cas, mais, au contraire, par une étude aussi complète que possible du domaine de la validité de chacune de ces méthodes et de leurs limites d'emploi. Nous pouvons donc souhaiter que les auteurs dans la discussion

des rapports, se réfèrent autant qu'il leur est possible à ce sujet.

Remarquons que pour le cas du Waag au poste Liptowski Mikulash, il y a une certaine base pour une telle discusion, vu que pour ce poste on nous a présenté deux rapports : l'un traitant d'une méthode de prévision construite en tenant compte de l'analyse des composantes du débit, l'autre s'appuyant seulement sur les valeurs globales des débits de l'hydrogramme de décrue.

En conclusion de mon rapport, je ne pourrais qu'insister sur l'importance des prévisions des étiages. L'intérêt majeur accordé aux méthodes de prévisions des crues, qui jouissent de certains privilèges d'aînesse, s'explique par le fait qu'en premier lieu il était plus important de se défendre contre l'action destructrice des inondations que d'employer les ressources d'eau.

Mais, en tenant compte de l'importance grandissante des quantités d'eau consommée pour satisfaire aux besoins de la population, de l'industrie et de l'agriculture, ce qui conduit à des bilans de plus en plus serrés entre le nécessaire et le disponible en eau, il est de toute évidence que les prévisions des débits dans les périodes de basse eau sont au moins aussi importantes que les autres catégories de prévisions. Les hydrologues auront des taches ardues et difficiles à remplir de ce côté.

Discussions

M.BALČO (République Socialiste de Tchécoslovaquie) se rapportant à certaines parties de sa communication, insiste sur deux problèmes et notamment sur la séparation entre la courbe de régression et celle de tarissement et la coincidence de la culmination superficielle et souterraine.

J.MOCIORNIȚĂ (République Populaire Roumaine) considère que la méthode des courbes de régression mène à des résultats approximatifs, dus à l'élément subjectif qui intervient lors de la séparation de l'hydrogramme souterrain de l'hydrogramme superficiel, comme aussi à l'impossibilité de réaliser la synthèse de l'influence de tous les facteurs par l'exposant α.

L'orateur attire ensuite l'attention sur le fait que l'établissement de la courbe théorique de régression ne doit être fait que pour la portion de l'hydrogramme qui représente l'écoulement souterrain et non pas pour toute la courbe de régression.

J.BOISNARD (République Populaire Roumaine) précise que la correction des résultats obtenus dans la prévision des débits minima par l'emploi des courbes de régression des hydrogrammes dépend de la possibilité de séparer les composantes de ces courbes et surtout de préciser les courbes de tarissement.

Les discussions qui ont eu lieu et les explications fournies par les auteurs à propos de ce problème nous permettent d'apprécier que les diverses méthodes graphiques et analytiques de séparation des courbes de régression, compte tenu de leur forme seulement, sont plus ou moins arbitraires.

L'organisation de recherches systématiques concernant les composantes de l'écoulement contribuera à nous mieux faire

connaître le phénomène et, par l'introduction de paramètres supplémentaires concernant ces mêmes composantes, élargira le champ d'application de cette méthode, en lui offrant de nouvelles perspectives.

L'HYDRAULIQUE DE L'ÉCOULEMENT ET L'ÉVOLUTION DU LIT

D. Cioc[x)]

Le recours aux méthodes de l'hydraulique fluviale est de plus en plus fréquent dans l'élaboration des prévisions hydrologiques.

Cette tendance est tout-à-fait raisonnable tenant compte que, à côté des processus superficiels qui concourent aux formations des crues, un rôle important dans la formation des débits et surtout des niveaux, revient aux processus qui se produisent dans les lits des rivières et qui ont comme résultat des modifications, parfois considérables, des caractéristiques des ondes de crue.

C'est, premièrement, le cas des longs cours d'eau avec une section transversale assez développée, dans le lit desquels l'onde de crue pendant sa propagation subit des transformations importantes par l'accumulation et aussi par des phénomènes secondaires. Le phénomène de la propagation des ondes de crue est devenu un problème classique de l'hydraulique fluviale et en même temps de l'hydrologie.

Le caractère lentement variable du mouvement de l'eau dans les ondes de crues indique la possibilité d'utiliser les équations de Saint Vénant, qui à côté des conditions initiales et aux limites du phénomène, donnent, du point de vue théorique, la solution du problème.

Mais, les calculs sont si encombrants que, il y a quelques années même, on pouvait lire dans certains traités d'hydrologie assez connus , que l'intégration des équations de Saint

---

Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest

Vénant est pratiquement utilisable seulement dans des cas assez simples et qui, par suite, ne présentent pas d'intérêt particulier.

C'est pour ce motif qu'on a développé les méthodes dites "hydrologiques" et qui, des deux équations de Saint Vénant, emploient seulement l'écuation de continuité, en introduisant d'un manière indirecte l'équation de mouvement.

A cette première cathégorie, qui est en même temps hydraulique et hydrologique, appartiennent par exemple, les méthodes élaborées par Mc Carthy, Kalinine et Milioukov.

Je ne classe pas dans cette catégorie les méthodes purement hydrologiques qui utilisent les corrélations ou les transformations directes des hydrogrammes, et qui forment une catégorie à part, la deuxième.

Enfin, à la troisième catégorie appartiennent les méthodes hydrauliques proprement dites, qui utilisent l'intégration des équations de Saint Vénant.

Les traveaux de Massau, Hristianovitsch, Guildenblat, Craya, Stoker, Nougaro, Thirriot et d'autres, et aussi les travaux que nous avons effectués à propos de l'endiguement du Danube et d'autres rivières, montrent que ces méthodes appliquées surtout à l'aide d'ordinateurs ou de machines analogiques, peuvent aisément être utilisées pour le calcul de la propagation des ondes de crue. La durée du calcul de la propagation d'une onde de crue sur quelques centaines de kilomètres est maintenant de l'ordre de quelques minutes ou dizaines de minutes, en fonction de la vitesse de l'ordinateur et de la méthode employée.

Dans cette situation, on peut facilement utiliser les méthodes hydrauliques pour prévisions à brève échéance, et aussi, en combinaison avec les méthodes générales, pour des prévisions à longue échéance.

Mais, en ce qui concerne l'application des méthodes hydrau-

liques, on doit se mettre en garde sur quelques points.

Pour obtenir de bons résultats, justifiant l'application des méthodes hydrauliques, fondées sur l'intégration des équations de Saint Vénant, il faut construire un modèle mathématique assez exact du phénomène, donc il faut avoir des connaissances detaillées sur le régime naturel et les formes géométriques, beaucoup plus poussées que pour les autres procedés de calcul, ce qui exige, par conséquent, des dépenses supplémentaires. Aussi, il est vrai qu'il faut - une fois pour toutes - préparer ce modèle mathématique ainsi que l'algorithme et le programme pour l'ordinateur, ce qui nécessite du temps et aussi des dépenses supplémentaires. Enfin, pour appliquer aisément les méthodes hydrauliques, il faut disposer d'un ordinateur ou d'une calculatrice analogique.

Ce sont les motifs pour lesquels on doit admettre qu'on ne peut penser à généraliser maintenant l'ulilisation des méthodes hydrauliques appliquées à l'aide de la technique moderne de calcul et qu'on doit aussi prêter une attention permanente aux méthodes de la première et deuxième catégorie, qui ont l'avantage de la simplicité dans beaucoup de cas. Et, d'après l'idée que je tire du rapport de M. Svoboda, il faut concevoir aussi des dispositifs mécaniques assez simples, afin de faciliter encore plus, l'application des méthodes hydrologiques.

Pour les grands problèmes, pour les grands rivières, il faut tendre à créer des possibilités pour l'application des méthodes hydrauliques pouvant assurer la solution des problèmes de prévision dans un domaine assez large.

Un domaine où les méthodes hydrauliques sont presque indispensables est celui des prévisions du régime des crues dans les lits des rivières transformées par endiguement ou par canalisation. Dans ce cas, les méthodes hydrauliques seules sont aptes à donner des résultats acceptables.

De plus, elle offrent un moyen puissant pour conduire d'une manière scientifique la lutte contre les dégâts provoqués

par les inondations dans les systèmes complexes d'endiguement comme est déjà celui du Danube, permettant d'établir un plan rationnel de la nécesité d'inonder quelques enceintes endigués dans le but de protéger, de la manière la plus convenable, les villes et les autres enceintes.

A l'état actuel, on peut considérer que les méthodes hydrauliques pour l'étude de la propagation des ondes de crue en liaison avec la prévision des niveaux et des débits sur les cours d'eaux, sont satisfaisantes, mais il y a aussi beaucoup d'aspects qui sont susceptibles encore de progrès.

Il y a des problèmes liés au modèle mathématique du phénomène: valeur des données naturelles en liaison avec la précision desirée, le schéma même du modèle (longueur des secteurs, la manière d'introduire les caractéristiques hydrauliques - la rugosité par exemple), algorithmes et programmes de calcul, influence de certains effets secondaires, etc.

. . .

Les rapports classés dans le groupe IV "Hydraulique fluviale" sont au nombre de cinq. Quatre d'entre eux concernent des problèmes de la propagation des ondes de crue, dont un (Svoboda) expose un intégrateur mécanique à l'aide duquel on peut résoudre les équations des méthodes hydrologiques, et les trois autres (Prochazka, Venetianerova, Cioc, Ionescu, Hîncu, Drăgănescu, Duma) traitent des méthodes de calcul de la propagation des ondes de crue.

Un cinquième rapport (Amaftiesei, Razvan) concerne la prévision de la modification du lit du Danube dans le secteur des Portes de Fer, après la construction de l'usine.

Le rapport de A.Svoboda : " Intégrateur mécanique permettant la solution de la propagation des ondes de crue" explique la nécessité d'avoir des moyens mécaniques simples pour résoudre les problèmes de la popagation des ondes de crue, dont j'ai

déja parlé plus haut, et fait la description d'un intégrateur mécanique qu'il a mis à point dans ce but.

Les équations fondamentales sont déduites de l'équation de continuité :

$$Q_p - Q_o = \frac{d\,V}{d\,t} \qquad (2/IV\text{-}1)$$

et de l'équation de Mc Carthy qui lie aux débits le volume retenu dans le secteur :

$$V = K\left[Q_p x + Q_o(1 - x)\right] \qquad (1/IV\text{-}1)$$

De ces équations on en déduit deux autres pour l'élimination de V et notamment :

- une équation en différences finies :

$$^2Q_a = C_o\ ^2Q_p + C_1\ ^1Q_1 + C_2\ ^1Q_o \qquad (3/IV\text{-}1)$$

pour laquelle les coefficients C_o, C_i, C_2 sont a déterminer des figures 1/IV-1 2/IV-1 et 3/IV-1 et

- une équation différentielle :

$$\frac{dQ_o}{dt} = \frac{Q_p - Q_p - xK\dfrac{dQ_p}{dt}}{k(1 - x)} \qquad (4/IV\text{-}1)$$

C'est naturellement, cette dernière qui a été choisie pour être simulée avec l'intégrateur mécanique.

Le schéma de l'intégrateur est montré dans la figure (4/IV-1). En suivant le tracé de la courbe du débit affluent (Q_p) on obtient directement le débit déffluent (Q_o) en fonction du temps.

Le dispositif est apte à résoudre aussi le problème de l'atténuation d'une onde de crue dans un résérvoir, donc pour le cas particulier x = O, quand il reproduit l'intégrateur Harkness. Il peut être aussi appliqué en utilisant la méthode du " ré-

servoir équivalent " de Kalinine et Milioukov.

L'auteur ne donne pas de détails sur la précision de l'instrument, mais il faut attendre qu'elle soit du même ordre de grandeur que pour les instruments similaires.

Le fait remarquable, comme l'auteur le montre, est que l'on peut construire l'intégrateur proposé par l'adoption des intégrateurs Pascal ou Abdank - Abakanowicz, ce qui offre un moyen plus simple de réaliser un intégrateur pour l'étude de la propagation des crues.

Le rapport de T. Prochazka et M. Venetianerova expose le calcul de la propagation de la crue de 1954 sur le secteur du Danube, de Bratislava à Komarno, dans l'une des hypothèses d'aménagement du fleuve.

Les calculs, exposés dans la figure 2/IV-2, se rapportent au cas dans lequel un secteur d'à peu près 100 km de fleuve est doublé d'un canal latéral. Les auteurs utilisent une variante de la méthode du " réservoir équivalent " d'après Otto Dub et la condition que les débits jusqu'à 4800 m^3/s soient transportés par le calcul latéral sans aucun changement.

Par un décalage dans le temps, on construit la courbe des débits à Komarno pour le schéma du réservoir équivalent de la situation naturelle, en utilisant ensuite cette courbe pour l'étude de la translation de l'onde formée par la différence Q_1 - 4800 m^3/s, Q_1 étant le débit à Bratislava.

Les auteurs tirent la conclusion que, par la construction du canal, les débits à Komarno se trouvent accrus d'une certaine valeur, ce qui est en concordance avec l'hypothèse faite sur l'exploitation du canal latéral.

La méthode employée este simple, facilement utilisable. Il serait intéressant de préciser les limites d'application de la méthode, c'est-à-dire d'établir les valeurs des débits pour lesquelles on peut procéder par soustraction et négliger l'influence du niveau aval.

Les deux rapports qui suivent font un court exposé des travaux effectués dans les laboratoires d'hydraulique mathématique et d'hydraulique fluviale de l'Institut de Recherches Hydrotechniques de Bucarest sur le mouvement de l'eau dans les lits naturels et endigués.

Le rapport de D. Cioc et F. Ionescu présente quelques résultats obtenus dans l'étude du mouvement non-permanent sur le Danube sur une longueur d'à peu près 1000 km et sur des rivières intérieures, du point de vue de la posibilité qui existe d'utiliser ces résultats pour la prévision des niveaux et des débits dans les lits naturels ou endigués.

Des méthodes de calcul, à l'aide des ordinateurs, ont été mises à point à partir des équations de Saint Vénant, simplifiées:

$$\frac{\partial z}{\partial x} + \frac{Q^2}{Q_o^2} = 0 \qquad (1/IV - 4)$$

$$B\,\frac{\partial \Omega}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \qquad (2/IV - 4)$$

utilisant l'intégration par différerences finies, sur un réseau réctangulaire fixe dans le plan x,t.

Quelques résultats des calculs sont presentés dans les figures 3/IV-4 et 4/IV-4.

Ces méthodes peuvent être utilisées aussi pour la prévision de niveaux sur les cours d'eau naturels ou aménagés, avec plus de précision pour les lits endigués.

Le rapport montre que, dans les lits naturels, il y a surtout un certain effet secondaire d'hysterésis hydraulique dû aux retardements de remplissage et de vidage du lit majeur, et qu'il y a des cas où cet effet secondaire peut s'avérer tellement important, que les équations de Saint Vénant et notamment l'équation de continuité sous la forme (2) ne soient plus aptes à décrire le phénomène de la propagation des ondes de crue. Un tel phénomène a lieu sur le secteur du Danube situé

en aval de Oltenița.
Ceci met en évidence l'existence d'une condition restrictive quant à l'utilisation des équations de Saint Vénant pour l'étude de la propagation des ondes de crue.

Le rapport de mes collègues, S. Hîncu, F. Ionescu, R. Drăgănescu, M. Popescu, D. Duma, expose quelques problèmes concernant le calcul des niveaux du Danube après l'endiguement, en quelque sorte la prévision du régime futur des niveaux déduits des données actuelles.

Le rapport traite premièrement le problème du coefficient de rugosité, après endiguement. Le problème est résolu par l'extrapolation, d'une manière convenable, des données sur le lit mineur. Comme moyen d'extrapolation, on a utilisé une formule du type Pavlovski :

$$C = \frac{1}{\mu} R^{y} \qquad (1/IV-3)$$

où y a été determiné des données naturelles sous la condition qu'il soit constant par rapport à R ou à Q. Les figures 2/IV-3 et 3/IV-3 mesurent la correctitude de la méthode qui offre un moyen simple d'établir la formule de la résistance hydraulique.

Le deuxième problème que traite le rapport, concerne les débits maxima devant être adoptés pour le calcul des niveaux en régime permanent.

Pour calculer les débits maxima le long du fleuve pour une probabilité donnée, on a utilisé la formule :

$$P_2 = P_1 \cdot P_a$$

où P_2 este la probabilité aval, P_1 la probabilité amont et P_a la probabilité pour le débit d'un affluent.

Le rapport montre le raisonnement qui conduit à la conclusion que, pour le Danube, on peut considérer P_a = 100 %.

Les résultats obtenus se rapprochent de ceux donnés par la formule :

$$Q_2 = Q_1 \sqrt{\frac{F_2}{F_1}} \qquad (6/IV-3)$$

Pour le calcul des niveaux, on a utilisé la méthode des différences finies, à l'aide des ordinateurs CIFA 3 et MECIPT 1.

Le rapport de mes collègues R. Amaŗteiesei et E. Răzvan concerne le problème de l'envasement du bief amont et de l'érosion du bief aval de la centrale hydro- électrique de " Porţile de Fier " (Portes de Fer), donc la prévision des transformations morphologiques du lit du fleuve qui influenceront le régime futur des niveaux.

Le rapport présente le cadre du problème, met en évidence son importance et sa complexité et expose ensuite les grandes lignes de la méthode de calcul adoptée.

On a employé un procédé de calcul par différence finies,avec 2o - 3o secteurs à x = lo km et 2 - 6o jours, le pas de la variable t. Les calculs ont été faits au moyen de l'ordinateur CIFA 4 d'après un algorithe et un programme assez compliqués.

On a tenu compte de la modification des lignes d'eau,du transport et du dépôt des alluvions charriées et en suspension et même d'un depôt sélectif des matières en suspension (fig. 2/ IV-5).

Quelques résultats obtenus sont présentés sur les figures (5/VI-5)

Ces résultats montrent clairement qu'il est maintenant possible, à l'aide de la technique moderne de calcul, d'aborder et de resoudre de tels problèmes compliqués, comme c'est le cas qui est présenté dans le rapport.

Discussions

A.SVOBODA (République Socialiste de Tchécoslovaquie) met en évidence l'application aisée et la précision satisfaisante de la méthode de calcul de la transformation de l'onde de crue; l'orateur exprime son opinion que la méthode hydrologique peut être appliquée aussi à la transformation de l'écoulement superficiel en écoulement concentré dans le lit. En ce qui concerne l'intégrateur présenté, la précision de cet appareil dépend de la qualité des éléments composants (comme, par exemple, les résistances, les condenseurs etc.).

M.VENETIANER (République Socialiste de Tchécoslovaquie)précise que la méthode qu'elle a étudiée et proposée est fort simple, la prévision pouvant être élaborée très rapidement. L'oratrice informe qu'en ce moment elle travaille à l'élaboration d'une méthode plus rigoureuse encore,basée sur des relevés topographiques des profils du Danube.

R.AMAFTIESEI (République Populaire Roumaine) s'est rapporté aux grands fleuves,du type du Danube, où l'on peut appliquer aux prévisions un modèle mathématique basé sur l'intégration des équations du mouvement non-permanent, de Saint-Venant. Il divise le cours du fleuve en trois zones, notamment:

- I-ère zone (aval) influencée surtout par la condition limite de l'aval;

- II-ème zone (centrale) influencée surtout par les conditions initiales (au temps t) ou la prévision peut résulter d'un calcul rigoureusement exact;

- III-ème zone (amont) influencée surtout par la prévision élaborée pour la condition limite en amont. A cette zone appartiennent aussi les secteurs des affluents plus importants qui se jettent dans la rivière principale.

En ce moment, il existe les conditions requises pour réaliser un modèle mathématique complexe qui comprenne aussi bien le lit de la rivière, que les bassins respectifs qui alimentent la rivière.

A propos du mouvement non-permanent existant dans le lit, l'orateur présente en lignes générales une méthode d'intégration des équations de Saint-Venant, élaborée à l'Institut de Recherches Hydrotechniques. Cette méthode est basée sur la solution obtenue au moyen d'approximations successives d'un système algébrique non-linéaire d'un ordre égal au nombre des secteurs de calcul, en employant la méthode de Newton.

En se rapportant au modèle mathématique mentionné plus haut, l'orateur indique que la prévision hydrologique à une échéance de 1o à 15 jours pourrait être calculée en 9o minutes environ, au moyen d'un calculateur électronique CIFA - 1o2, et en moins d'une minute avec un calculateur ELLIOTT - 5o3.

M.PODANI (République Populaire Roumaine) met en discussion deux problèmes, le premier concernant la modification, par comparaison au régime naturel, de la coïncidence de l'apparition des crues sur les affluents et le secteur endigué du Danube, où l'on considère que, dû à la réduction du temps de propagation, il apparaît un décalage plus grand entre les sommets des crues sur les affluents et sur le Danube. Le second problème concerne les surélévations du niveau dues aux endiguements où, selon l'orateur, sur le secteur roumain du Danube, ces surélévements seraient compensées par l'intensification des processus d'affouillement qui se produisent dans les lits.

S.HÎNCU (République Populaire Roumaine) montre que les modifications morphologiques supplémentaires qui ont lieu dans le lit du Danube par suite des endiguements effectués dans le lit majeur, ne peuvent pas annihiler les surélévations du niveau causées par les mêmes endiguements. Les modifications morphologiques se produisent en général pendant une

longue période de temps, mais celles qui ont lieu chaque année influencent très peu la capacité de débit du Danube et ont un caractére cyclique, l'eau revenant dans le Danube, lors des niveaux réduits, à une situation à peu près similaire à celle d'avant la crue. L'annihilation des surélévations du niveau en régime endigué provenant à la suite des affouillements du lit serait possible seulement dans le cas où la vitesse du courant en régime naturel ne dépendrait pas, pendant les crues, de la valeur du débit afférent au lit mineur.

Les jaugeages effectués par le passé sur le Danube infirment une telle possibilité. D'ailleurs, les endiguements effectués sur le Danube dans d'autres secteurs, par exemple sur le territoire de la République Socialiste Fédérative de Yougoslavie, ont conduit à des surélévation de niveau d'environ 1,3o m durant les crues, valeurs très proches de celles déterminées au moyen des calculs.

Nous ne disposons pas, pour le moment, de jaugeages de débits faits pendant la crue du Danube en 1965, pour pouvoir comparer le phénomène physique au modèle de calcul.

L'endiguement du lit majeur du Danube modifie l'hydrogramme des débits le long du Danube, en déterminant l'augmentation des débits maxima par rapport au régime naturel.

Les courbes des niveaux-débits en régime endigué expriment la capacité de débit du secteur de lit se trouvant en aval de la section de référence et ne dépendent pas de la valeur du débit desatténué résultant des endiguements effectués en amont de la section de référence.

D.CIOC (République Populaire Roumaine) : Les communications et les discussions dans le cadre du quatrième sujet - l'hydraulique fluviale - ont indiqué toutes les possibilités d'employer, à une plus vaste échelle, les calculs hydrauliques pour les prévisions hydrologiques sur les grands fleuves. A l'aide des calculateurs électroniques on peut effectuer

rapidement les calculs du mouvement non-permanent servant à établir les niveaux et les débits en divers secteurs d'un fleuve, au moyen des données obtenues antérieurement.

Quant aux problèmes mis en discussion par M.Podani, il est évident qu'en ce qui concerne la coïncidence des crues par suite des endiguements, la vitesse de propagation des ondes sur le fleuve se modifie. Ainsi, la coïncidence avec les crues sur les affluents est complètement différente pour chaque crue concrète. Les calculs effectués à l'Institut de Recherches Hydrotechniques ont démontré ce fait pour la crue de 1897. En appréciant l'effet de cette modification de la coïncidence, il faut tenir compte aussi bien du caractère statistique du phénomène, que dans quelle mesure les crues sur les affluents contribuent à la formation des niveaux et des débits sur le fleuve. En ce qui concerne le second problème, l'orateur considère qu'il est prématuré de tirer des conclusions quantitatives avant la fin de la crue. Quant à l'aspect qualitatif, il est évident que les niveaux s'élé - veront sur tout le secteur endigué, par suite des endiguements massifs effectués avant la crue de 1965. L'augmentation de la capacité de transport des alluvions, à laquelle s'est rapporté M.Podani, existe, mais elle est beaucoup trop réduite pour permettre, pendant toute la durée d'une crue, le transport ou la sédimentation dans le lit de telles quantités de matériel, pour que leur effet sur l'état des niveaux soit réellement sensible.

PREVISIONS DANS LA PERIODE DES GLACES

V.Stănescu [x)]

Les cinq communications qui font l'objet du présent rapport sont présentées dans un ordre dont la disposition n'est pas liée à leur degré d'importance. Trois de ces communications analysent les méthodes de prévision de la date de l'apparition des formations glaciaires; les deux autres traitent le problème de la prévision des surélévations du niveau de l'eau, dues à la résistance résultant de la formation de la glace ou des embâcles.

Dans le domaine des prévisions des surélévations des niveaux provoquées par les embâcles, il n'existe il n'existe jusqu'à présent que des essais particuliers et on n'a pas encore mis au point une méthode précise.

On peut donc considérer que l'apport des deux rapports que je présente est non seulement un commencement, mais représente aussi un pas en avant pour la prévision de phénomènes si complexes.

Les autres trois rapports concernant la prévision de l'apparition des formations de glaces (glaçons ou prise en glace) représentent des essais de perfectionnement des méthodes déjà appliquées. Pour apprécier comment ces rapports s'insèrent parmi les préoccupations actuelles et rendre plus facile leur discussion, permettez-moi de retenir d'abord votre attention sur quelques problèmes d'ordre général.

Les plus récentes préoccupations ont abouti à l'élaboration de certaines méthodes de prévision de la formation des glaces ayant des possibilités d'application dans la pratique. En ce sens, il faut mentionner l'étude "Prévision du régime

x) Institut de Recherches Hydrotechniques, Bucarest

des glaces sur les rivières et surtout sur le Danube", présenté à la seconde Conférence des pays danubiens sur les prévisions hydrologiques (Graz - 1963) par W.Laszloffy et K. Szesztay. En partant de la connaissance de la température de l'eau au moment où la température de l'air baisse au-dessous de $0^{o}C$, et des températures négatives de la période d'anticipation nécessaire à la formation de la prise en glace, les auteurs présentent une méthode de détermination de la date de l'apparition des glaces sur le Danube.

Dans le même sens, il faut citer la méthode élaborée par L.G.Suleakovski et V.D.Komarov pour la prévision de la prise en glace, basée sur l'élaboration de certaines relations approximatives entre le volume de l'eau de la rivière et la température négative de l'air, comme un indice de la perte de chaleur.

Dans un article publié dans le volume No.80/1962 de l'Institut hydrologique d'Etat de Léningrad, T.N.Makarevici et Z.A. Efimova présentent une méthode de prévision à longue échéance, des glaçons sur le Danube. Cette méthode est basée sur l'analyse des cartes synoptiques météorologiques où la possibilité d'en faire des cartes types dans cette période qui précède la formation des glaces offre une plus grande possibilité de faire des prévisions ayant une anticipation qui varie de 1,5 à 2,5 mois.

Il faut citer aussi les essais de St.I.Stefanov et Hr.Lalovski de Bulgarie, concernant l'analyse des conditions synoptiques des hivers très froids des années 1946, 1947,1953 et 1954.

L'apparition des formations de glaces est un phénomène très complexe, résultant de l'action combinée d'une série de facteurs qui s'influencent réciproquement.

L'apparition des formations de glaces dépend des facteurs fondamentaux suivants:

- la température négative de l'air de la période précédant la formation de ce phénomène, qui est le facteur ayant la plus grande influence;

- la température de l'eau au moment où la température de l'air baisse au-dessous de zéro;

- le débit de l'eau dans la période de la formation des glaces.

La plus grande difficulté dans l'élaboration de la prévision de la formation des glaces réside dans la prévision des températures négatives de l'air, car les méthodes existantes ne donnent aucune certitude.

Les spécialistes ont essayé d'exclure cet inconvénient en abrégeant le temps d'anticipation et en adoptant comme critère principal du choix du moment de la prévision, la date de l'apparition de la "température critique", indispensable à la formation des glaces.

Evidemment, cette méthode n'est pas rigoureusement basée sur l'analyse des facteurs génétiques du phénomène, mais présente l'avantage de ne pas inclure les écarts de la prévision des températures de l'air de la période d'anticipation.

Le rapport de M.Stan s'occupe de ce problème, "La prévision à courte échéance du gel sur le Danube roumain" (V-4).

Cette étude présente les méthodes employées pour la prévision des glaçons et de la prise en glace sur le secteur roumain du Danube. La méthode de la prévision de l'apparition des glaçons est basée sur l'admission de certains principes de calcul exprimés d'une façon explicite par la relation:

$$t_s - t_{\theta_{cr}} = f(\theta^-_{med}, \theta^+_{med}, \Delta H) \qquad (1)$$

où:

t_s - est la date de l'apparition des glaçons à partir du 1 décembre;

$t_{\theta_{cr}}$ - la date de l'apparition de la température critique

à partir du 1 décembre;

θ^{-}_{med} - la valeur moyenne des températures négatives journalières de l'air enregistrées avant la date critique;

θ^{+}_{med} - la valeur moyenne des températures positives moyennes journalières de l'air, enregistrées dans un intervalle de temps de 18 jours avant la date critique;

ΔH - l'écart du niveau de l'eau, de la valeur moyenne normale à la date critique.

L'auteur considère comme point de départ de la prévision la température critique de l'air.

Selon le principe adopté, la formation des glaçons est impossible sans une température critique. L'auteur considère que la température critique est un paramètre qui varie dans des limites relativement étroites, étant caractéristique pour chaque point étudié.

A l'aide de la relation (1), on présente sur la figure I/V-4 pour la station Galatz, un système de diagrammes coaxiaux, avec lesquels on détermine la date la plus probable de l'apparition des glaçons, en fonction des éléments connus au moment de l'apparition de la température critique.

La méthode de la prévision de l'apparition de la prise en glace est basée sur des principes semblables à ceux décrits plus haut et qu'on peut exprimer par la relation suivante:

$$t_p - t_{cr} = f(\sum \theta^{-}, t_{\theta_{cr}}, \Delta H) \qquad (2)$$

où:

$t_{\theta_{cr}}$ - la date de l'apparition de la température critique selon le calendrier;

t_p - la date de l'apparition de la prise en glace;

$\sum\theta^{-}$ - la somme des températures négatives de l'intervalle de temps qui s'écoule entre la date de leur apparition et le jour de l'apparition de la température critique;

ΔH - l'écart du niveau de la valeur normale à la date de l'apparition de la température critique.

L'auteur adopte le même point de départ de cette prévision que pour la prévision de la formation des glaces, c'est-à-dire l'apparition de la température critique indispensable à la formation de la prise en glace.

En se basant sur la relation (2), sur la figure 2/V-4 on construit, pour la station Brăila, les diagrammes coaxiaux de la prévision de la prise en glace, en fonction des éléments connus à la date de l'élaboration de la prévision.

En conclusion, l'auteur exprime quelques opinions sur la qualité des méthodes employées sur la base de l'analyse statistique des erreurs possibles survenues à l'emploi de l'écart naturel (vis-à-vis des valeurs moyennes) du phénomène. Il en résulte que, pour la prévision des glaçons, les écarts sont au-dessous de 2o % pour un nombre de cas qui varie entre 76% et 82%, et pour la prévision de la prise en glace, les écarts sont au-dessous de 2o % pour un nombre de cas variant entre 8o % et 88 %.

Je veux souligner que les méthodes proposées par l'auteur dans cette communication simplifient beaucoup le travail. Certains aspects qui concernent spécialement les critères qu'on a admis ne sont pas clairs pour le rapporteur et des informations supplémentaires seraient bienvenues.

Ainsi, nous trouvons qu'il serait utile de connaître les conditions de validité du choix des paramètres H, qui représentent l'écart du niveau de l'eau de la valeur moyenne normale à la date critique.

Nous considérons que le paramètre devrait avoir des valeurs physiques différentes dans le cas de l'apparition des glaçons et de l'apparition de la prise en glace. Pour l'apparition des glaçons, le paramètre H exprime indirectement le volume de l'eau refroidie lors de la période précédant l'apparition des glaçons; dans le cas de la formation de la prise en glace, ce paramètre exprime indirectement la valeur des vitesses à la surface de l'eau, qui influencent considérablement l'apparition de la prise en glace.

Ainsi, il nous semblerait intéressant de connaître en détail les problèmes qui ont préoccupé l'auteur dans le choix de ce paramètre. De même, il serait intéressant de discuter l'hypothèse admise par l'auteur - qu'on pourrait négliger l'influence des températures de l'air dans les périodes d'anticipation. Sans doute, cette hypothèse admise caractérise la méthode même; elle simplifie le travail en négligeant la prévision de la température de l'air, qui pourrait présenter elle aussi les erreurs pouvant influencer le résultat général. Il serait pourtant utile d'obtenir des informations supplémentaires de l'auteur sur les limites de l'applicabilité de la méthode dans le cas où, dans l'intervalle $t_p - t_{cr}$, l'intensité du gel diminue sensiblement et fait retarder l'apparition des glaciers par rapport à la date prévue, date qu'on ne peut connaître.

Nous considérons qu'il serait utile que l'auteur exprime d'une façon plus détaillée son point de vue sur le choix juste des températures critiques, qui sont considérées, dans cet ouvrage, comme point de départ de la méthode.

Le principe énoncé de la constance relative de Θ_{cr}, déduit sur la base de l'indépendance vis-à-vis des niveaux enregistrés, n'est pas assez convaincant, en ce qui concerne la validité du choix de ce paramètre constant, et nous considérons qu'il serait nécessaire et utile à la fois, de faire quelques échanges d'opinions à ce sujet. De même, on suggère de rattacher les discussions sur la méthode appliquée par Maria Stan aux discussions sur la méthode proposée par P.Miţă dans le rapport que je présenterai maintenant.

Dans ce rapport, intitulé "Prévisions de l'apparition de la prise en glace sur le Danube inférieur" (V-2), P.Miţă essaie de trouver une méthode de prévision qui soit basée sur les facteurs génétiques fondamentaux de la formation de la prise en glace.

Pour élaborer une méthode pour la prévision de la prise en

glace, l'auteur étudie dans deux cas concrets (à Tulcea et à Giurgiu) les températures de l'air à partir du moment de l'apparition des premières températures négatives jusqu'au moment de l'apparition de la prise en glace.

Après l'analyse effectuée pendant les hivers où apparaît la prise en glace, l'auteur constate que le refroidissement intense de l'eau se produit au moment où commence la période ininterrompue de températures négatives de l'air (dénommée période stable), caractérisée par l'intensité moyenne des températures négatives de l'air (i_t).

L'auteur montre ensuite qu'une influence sensible sur la formation prématurée ou tardive de la prise en glace aux mêmes températures négatives de la période stable est exercée par la présence d'une période où les températures de l'air oscillent autour de $0^{o}C$ (période oscillante), période qui précède la période stable.

De même, l'existence de débits d'eau différant des débits moyens dans la période de la formation de la prise en glace, peut influencer aussi cette formation, soit par un retardement (en cas de grands débits), soit par une accélération (en cas de débits réduits).

En se basant sur ces principes, l'auteur propose une méthode de prévision de la formation de la prise en glace fondée sur la prévision météorologique de la température de l'air, méthode qui consiste dans l'emploi des liaisons corrélatives suivantes, exprimées sous forme de diagrammes:

a) la corrélation entre la valeur de la température de l'air pendant la période stable et le nombre de jours depuis l'apparition de cette période jusqu'à la formation de la prise en glace (fig.5/V-4);

b) la corrélation $\Delta n = f(\Delta Q)$ entre les valeurs des différences du débit vis-à-vis du débit moyen de la période de prise en glace, et l'écart en jours vis-à-vis des conditions normales dues à cette différence (fig.6/V-4);

c) la corrélation $\Delta'n = f(i'_t)$ entre la valeur de la température moyenne de l'air pendant la période oscillante, et l'écart en jours vis-à-vis des conditions normales dues à l'existence de cette période (fig.7/V-4).

Ces relations sont réunies sous forme de diagrammes coaxiaux et présentées sur les figures 8/V-4 et 9/V-4.

Dès le commencement, on remarque que le principal mérite de cette étude originale est de présenter une analyse approfondie de la formation du phénomène et de baser la méthode de la prévision sur les facteurs génétiques. Il serait utile que l'auteur puisse donner quelques éclaircissements supplémentaires sur l'application de la méthode par lui proposée, en cas de situations anormales de la température de l'air.

Le rapporteur n'a pas trouvé dans cette étude les particularités de l'application de la méthode dans le cas où la période oscillante est plus longue et, par conséquent, en connaissant l'évolution de la température de l'air dans la période stable qui pourrait suivre, on pourrait imaginer une prévision à longue échéance avec les implications correspondantes. Il faudrait, de même, savoir en quelles conditions d'anticipation, la prévision peut-elle donner de bons résultats. Enfin, on suggère une analyse de l'influence des erreurs possibles de la prévision des températures sur les erreurs finales de la prévision de la prise en glace.

Comme on le voit, la méthode de la prévision de la prise en glace proposée par P.Miţă diffère en tant que prémisse de celle appliquée par M.Stan, chacune ayant ses avantages et ses désavantages. Pourtant, en tenant compte de quelques éléments communs employés par d'autres auteurs, nous considérons qu'une interprétation de ces deux méthodes pourrait aussi être utile et bienvenue. Pour changer les lignes directrices de ces interférences possibles, nous sollicitons toute l'attention de l'auditeur.

Le rapport présenté par A.I.Afanasiev, intitulé "Le calcul

de la date de l'apparition des glaces sur le Danube inférieur" (V-5), met en évidence les thèses théoriques et les résultats des conclusions de L.G.Suleakovski, ainsi que les particularités du schéma de la prévision de l'apparition des glaces sur le Danube, élaboré en Union Soviétique par T.S. Buhaevskaia.

L'auteur part de l'équation du bilan thermique pendant la période de refroidissement de l'eau:

$$A + B = 0 \qquad (1)$$

où:

A - est le flux de chaleur de la masse d'eau à la surface de séparation eau - air;

B - la résultante des flux thermiques de l'échange de chaleur par radiation, par évaporation ou par condensation, et de l'échange de chaleur avec l'air.

Le terme A de la première équation peut être simplifié de la façon suivante:

$$A = \alpha (\theta - \theta_s) \qquad (2)$$

où:

α - est le coefficient de la perte de chaleur;

θ - la température moyenne de l'eau dans la section;

θ_s - la température de la surface de l'eau.

En cas de baisse de la température de la surface de l'eau jusqu'à $0^{\circ}C$, c'est-à-dire au moment de l'apparition du gel, $\theta_s = 0$, α, θ et B auront l'indice "n", et alors on peut écrire l'inégalité:

$$\theta_n \leqslant \frac{B_n}{\alpha_n} \qquad (3)$$

Cette inégalité reflète la condition nécessaire et suffisante au commencement de la formation de la glace.

Pour déterminer la nature de la variation de la température

de l'eau, l'auteur considère qu'elle este une fonction de plusieurs paramètres tels que:la consommation de la chaleur à la surface de l'eau (b), l'échange de la chaleur avec le lit (q_a), l'afflux de la chaleur des eaux souterraines (q_{sub}) et l'afflux de la chaleur pour la dissipation de l'énergie (q_e).

L'auteur analyse, dans sa communication, les particularités des paramètres B et q_{sub} qu'il explicite fonction d'autres éléments pouvant être connus ou mesurés,en arrivant finalement à l'équation différentielle de la variation de la température de l'eau dans le temps.

$$d\Theta = \frac{B+q_a+q_e+(\Theta_{sub}-\Theta)\sigma c \varrho}{h c \varrho} dt \qquad (4)$$

où

Θ_{sub} - la température des eaux souterraines;
σ - l'afflux spécifique des eaux souterraines;
c - la chaleur spécifique de l'eau;
h - la profondeur de la section étudiée;
ϱ - la densité de l'eau.

De même, en explicitant l'expression de B en fonction de la différence entre les températures de l'eau (Θ_s) et celle de l'air (Θ), du coefficient de l'échange de la chaleur (K) et de l'échange de la chaleur spécifique (d) dans le cas où $\Theta_s = \Theta$, on arrive à l'expression:

$$B = -K(\Theta_s - \Theta) + d \qquad (5)$$

En résolvant en commun les équations (3) et (5), on peut écrire l'équation (4) sous la forme:

$$d\Theta = \frac{-\left[\alpha K +(\alpha+K)\sigma c \varrho\right]\Theta+\alpha K \Theta +\alpha d+(\alpha+K)(q_a+q_e+q_{sub})}{(\alpha+K)hc\varrho} \qquad (6)$$

En intégrant l'équation (6) de Θ_o à Θ_t et du moment 0 à t dans les conditions de la médiation des éléments Θ , K,d, h,α, q_a, q_e et q_{sub}, l'auteur présente la variation expo-

nentielle de la température de l'eau dans le temps:

$$\Theta_t = \Theta_o e^{-a} + (p\,\Theta + \tau)(1 - e^{-a}) \qquad (7)$$

où: α, p et τ dépendent des paramètres plus haut mentionnés: α, K, d, σ, c, ς, q_a, q_e, q_{sub}.

L'auteur part du moment où la température initiale de l'eau dans la section est Θ_o et considère qu'en "n" intervalles de temps la température de l'air peut être médiée pour chaque intervalle.

Dans ce cas, pour tous les intervalles de temps t, on peut écrire l'équation (7):

$$\Theta_n = \Theta_o^{-na} + p\sum_{i-1}^{n}\left[\Theta_i\,(e^{-(n-1)a} - e^{(n-i+1)})\right] + \xi(1 - e^{-na}) \qquad (8)$$

En remplaçant dans l'inégalité (3) la valeur Θ_n de (8), on obtient les conditions nécessaires pour que la glace commence à se former.

Puis, l'auteur expose dans sa communication le mode de calcul des différents paramètres qui interviennent dans l'équation (8).

Ainsi, l'échange de chaleur spécifique dans le cas Θ_s = H on le calcule des formules d = Q + I_e + LE (9) et, à l'aide des diagrammes présentés sur les figures 2 et 3 et dans le tableau 2 et 3 où d = f(φ, v_m), où

φ - est la latitude, et

v_m - la valeur moyenne pluriannuelle de la vitesse du vent.

Le calcul du coefficient de l'échange de chaleur K est donné en fonction de la température de l'air et de la vitesse du vent, dans le tableau 1.

Le coefficient de la perte de chaleur conformément à la relation présentée sur la figure 1/V-5 aura la forme suivante:

$$\alpha = (1745\ u + 1o6\ W)c\ \varsigma \quad cal/cm^2\ jour\ degré \qquad (1o)$$

où:
u - la vitesse de l'écoulement de l'eau, et
W - la vitesse du vent.

Les deux éléments sont mesurables.

Les grandeurs q_a sont calculées comme moyennes en fonction de φ et h, comme dans le tableau 2.

L'apport q_e est calculé avec la formule suivante:

$$q_e = \frac{g\, uhi}{0.427} \qquad (11)$$

où:
i - est la pente de la surface de l'eau.

En ce qui concerne les deux autres éléments τ et q_{sub}, l'auteur indique certaines valeurs obtenues par L.G.Suleakovski pour le territoire de l'Union Soviétique.

Vous avez donc connu les thèses théoriques de L.G.Suleakovski présentées dans le rapport de V.Afanasiev.

Par la suite, la communication montre l'application de ces prémisses théoriques dans le cas de la prévision de l'apparition de la glace sur le Danube inférieur. L'auteur montre qu'après l'analyse des calculs effectués par T.S.Buhakovskaia à Reni et à Giurgiu, on a constaté que leur précision générale est de 90 % à une erreur de deux jours au maximum, et de 87 % à une erreur d'un jour (tableau 6).

A la fin de la communication, l'auteur affirme que pour la prévision de gel il faut connaître, dans la période d'anticipation, la variation probable des éléments suivants: le niveau de l'eau, la température de l'air, l'intensité du vent et la nébulosité.

L'auteur pense que les erreurs de la prévision des intensités du vent et de la nébulosité ont une influence moindre sur la prévision de l'apparition des glaces que les erreurs de la prévision de la température de l'air.

Il désire souligner dès le début, que la méthode présentée est la plus complète, car elle tient compte rigoureusement de l'influence de tous les facteurs génétiques du gel.

Sans doute qu'en se basant sur la prévision d'un grand nombre d'éléments météorologiques et hydrologiques, la précision de cette méthode souffre quelquefois, en des situations spéciales. Le rapporteur n'a pas saisi dans l'étude la façon dont certaines grandes erreurs de la prévision des quatre éléments indiqués plus haut, dans ces cas particuliers, exercent leur influence.

Nous considérons aussi qu'il serait nécessaire de donner certaines explications supplémentaires plus détaillées que celles présentées dans la communication, concernant moins les détails relatifs à l'apparition de cette méthode, que la réalisation de certaines simplifications du procédé employé à la prévision, tout en tenant compte des conditions particulières où celui-ci a été employé. Il serait intéressant que l'auteur indique, eventuellement au point de vue quantitatif, la manière dont les limites maxima des erreurs de prévision des quatre éléments fondamentaux, se réfléchissent sur l'erreur globale de la prévision.

Enfin, un intérêt tout aussi justifié est présenté par la possibilité de réaliser une automatisation du processus de prévision basé sur cette méthode, à l'aide des calculatrices digitales qui offrent à la fois une opérativité considérable et la possibilité de corriger sur le parcours la prévision du gel en fonction de la modification des paramètres fondamentaux inclus dans l'algorithme de calcul.

Voici donc les problèmes présentés sur la prévision des glaces.

Dans ce qui suit, nous allons présenter les deux autres communications, qui s'occupent de la prévision des niveaux dans les conditions de l'existance des embâcles.

Le rapport présenté par I.Zsuffa porte le titre "La prévision

de la montée du niveau du Danube causée par un embâcle isolé" (V-1). L'auteur base sa méthode sur l'évaluation du volume de l'eau accumulée dans le secteur donné, en passant ensuite à la prévision du niveau existant dans l'intervalle de temps où se produit l'embâcle respectif.

En établissant certains profils transversaux, on a tracé pour chacun d'entre eux les courbes de relation entre les volumes accumulés et les niveaux correspondants (fig.4/V-1). Les moments considérés par l'auteur sont: (fig.4/V-1): le moment initial O qui correspond au cas d'un écoulement libre; le moment où l'on émet la prévision de l'embâcle pendant la phase initiale (1) et le moment (2) pour lequel on prévoit le niveau maximum atteint par suite de l'effet de l'embâcle.

Pour les moments (1) et (2) la courbe de la surface de l'eau est une parabole tangente à l'horizontale dans le profil de l'embâcle et à la ligne de la surface libre pour les profils à l'amont. En se basant sur le diagramme (3/V-1), on a construit le diagramme (2/V-1) qui représente l'un des éléments de base dans l'établissement de la prévision. Un autre élément de base est le diagramme (1/V-1) sur la figure (2/V-1) où l'on a tracé la variation du volume accumulé en fonction des débits enregistrés dans les sections en amont et en aval de l'embâcle pour différents intervalles de temps.

En disposant des diagrammes présentés, la prévision du niveau probable au moment (3) consiste en:

1. Soit le moment donné (1), où une surélévation des niveaux commence à se produire, due à l'embâcle formé dans le profil déterminé.

2. A l'aide du diagramme (2/V-1) de la figure 4/V-1, on détermine le volume d'eau accumulé jusqu'au moment (1)conformément à la formule:

$$V_{t_1} = S_o^1 + \sum_{i=1}^{n} S_i^1 \qquad (1)$$

où S_o^1 et S_i^1 sont les valeurs indiquées dans le diagramme.

3. On ajoute à cette valeur le volume qui doit être emmagasiné jusqu'au moment (2) calculé à l'aide du graphique 1 de la figure 2/V-1.

4. Dans le graphique (2)V-1 de la figure 4/V-1 on projette le point obtenu par la somme des volumes du moment (1) et ceux prévus à être accumulés entre les moments (1) et (2) sur la courbe du profil où a lieu l'embâcle. On obtient ainsi, dans une première approximation, le niveau maximum prévu après une période T de temps écoulée entre les moments (1) et (2).

5. En se basant sur les graphiques (2/V-1) et (3/V-1) de la figure 4/V-1 et à l'aide d'approximations successives, on détermine la courbe de remous probable, en dessous de laquelle le volume calculé va s'emmagasiner après un laps de temps T.

Selon l'opinion de l'auteur, les valeurs obtenues doivent être corrigées pendant toute la durée de la prévision, en fonction de la modification des conditions aux limites.

Dans la partie finale de son rapport, l'auteur définit les possibilités de formation d'une onde de crue provoquée par l'embâcle afin d'en pouvoir tenir compte lors de l'élaboration de la prévision.

D'ailleurs, l'auteur mentionne que la méthode énoncée par lui au cours de son ouvrage ne procure pas un moyen universalement valable, mais, à coup sûr, elle représente un point de départ en ce domaine particulier de prévision.

La dernière communication que met en discussion le présent rapport, est celle de C.Diaconu, ayant le titre: "Possibilité de prévoir les niveaux du Danube Inférieur dans les conditions d'une prise en glace" (V-3).

Le point de départ pour la méthode proposée consiste dans la remarque qu'à l'endroit de la station d'Orşova, la prise en glace est un phénomène plutôt rare.

L'existance d'une telle situation offre la possibilité de calculer, pour les stations en aval, les surélévations de niveaux dues aux prises en glace.

Le procédé de calcul de ces surélévations du niveau consiste dans un régime d'écoulement libre et pendant la période de la prise en glace entre Orşova et chacun des points étudiés, en tenant compte du temps de propagation des débits entre les deux stations (fig.1/V-3). Les différences de niveau entre les deux corrélations représentent les surélévations de niveau.

Une autre méthode indiquée par l'auteur dans sa communication est basée sur la situation où, au deux extrémités du secteur inférieur du Danube, il n'y a pas de prise en glace. Dans ce cas, on détermine par interpolation linéaire le débit dans chaque section affectée par la prise en glace, débit qui, introduit dans la courbe des débits de la station respective, conduit à la détermination des niveaux qui auraient été enregistrés dans un régime libre d'écoulement.

Dans la figure 3/V-3, l'auteur a représenté l'évolution des surélévations de niveaux dues à la prise en glace de l'hiver de 1962-63, sur tout le secteur inférieur du Danube.

En utilisant les deux procédés pour l'hiver de 1962-63 et pour quelques stations situées sur le Danube inférieur, on donne comme exemple dans la figure 2/V-3 des diagrammes de variation des niveaux et des phénomènes de gel, ainsi que les diagrammes de l'évolution des surélévations des niveaux.

De l'analyse effectuée par l'auteur en ce qui concerne l'évolution de ces derniers pendant plusieurs hivers, on a constaté que leur évolution se déroule d'une manière similaire, fait grâce auquel on arrive à conclure que la connaissance des valeurs ΔH en quelques moments successifs peut permettre, en général, l'extrapolation de la tendance de variation sur les élévations dues à l'existence de la prise en glace.

Dans cette extrapolation, il est important d'analyser la complexité des facteurs dont dépend le phénomène (les chauffages brusques, les baisses au-dessous de 0° de la température de l'air, la croissance du débit etc.), afin de pouvoir préciser les périodes de relative stabilité. La prévision à courte échéance (1 à 5 jours comme période d'anticipation) peut être réalisée en prévoyant les débits à Orşova et en déterminant, à l'aide de la courbe des débits, les niveaux en régime d'écoulement libre pour les stations en aval. En additionnant les surélévations prévues à ces niveaux, on arrive à obtenir les valeurs probables dans les conditions de la prise en glace. Dans sa communication, l'auteur se préoccupe aussi de trouver certaines possibilités d'établir des prévisions à longue échéance (15 à 30 jours) des niveaux dus à la prise en glace.

L'auteur part de la prémisse très juste que l'effet des surélévations des niveaux sera d'autant plus considérable, que l'épaisseur de la prise en glace est plus grande. Par conséquent, on exprime l'épaisseur probable de la prise en glace et implicitement la durée de celle-ci, en fonction de la somme des températures négatives, postérieures à son apparition (fig.5/V-3). Pour deux cas concrets (Zimnicea et Oltenița), l'auteur analyse la suite des valeurs maxima des surélévations pendant une période de 22 ans et recommande l'adoption d'une valeur des surélévations vers la limite supérieure de la suite ordonnée dans le cas d'une valeur élevée de D et inversement. Dans le final, l'auteur exprime son opinion que la prévision du niveau maximum doit nécessairement être contrôlée et corrigée au cours de sa réalisation.

En ce qui concerne cette communication nous voulons mentionner l'originalité de la méthode proposée et la possibilité d'appliquer ce procédé à d'autres secteurs du Danube aussi, secteurs où, à la suite des conditions locales du

lit (pente rapide et grande vitesse), l'apparition de la prise en glace constitue un phénomène extrêmement rare.

Cette méthode, naturellement, représente un début seulement, et son perfectionnement - réalisé par la prise en considération d'un nombre plus grand encore de facteurs - la rendra plus efficace.

Je voudrais, en conclusion de mon rapport, souligner encore un aspect général concernant tous les rapports qui ont été présentés ici.

Ainsi que l'on a déjà souligné, ces rapports présentent les résultats de l'application à des situations concrètes de certaines méthodes plus ou moins simplifiées.

Afin d'apprécier les résultats obtenus et l'intérêt qu'ils présentent, il faudrait connaître les aspects par lesquels les particularités étudiées dans ces cas se distinguent des conditions générales, pouvant de cette manière expliquer aussi la valabilité des résultats obtenus au cas de l'application des méthodes simplifiées.

Nous espérons aussi que l'analyse aussi complète que possible, du domaine d'application de chaque méthode à part, constitue un sujet sur lequel les auteurs se pencheront avec une attention particulière.

En conclusion du rapport général présenté ici, je voudrais souligner certains progrès réalisés lors de cette conférence dans le domaine de la prévision pendant les phénomènes d'hiver.

La complexité des phénomènes étudiés, certains manques en ce qui concerne le fond des données hydrométéorologiques fondamentales, comme aussi l'inexistance de méthodes rigoureuses de prévision quantitative des phénomènes météorologiques, provoquent sans doute un grand nombre de difficultés dans l'élaboration des méthodes de prévision les plus analytiques possible. Etant donné, pourtant, l'importance

de ces dernières pour l'économie nationale des pays danubiens, je pense que même les plus grands efforts dès hydrologues pour l'amélioration de ces méthodes sont plus que justifiés.

Discussions

A.I.AFANASIEV (Union Soviétique) a fait une série de précisions concernant la façon dont les erreurs de la prévision des différents éléments météorologiques se reflètent dans l'erreur générale de la prévision de l'apparition des phénomènes d'hiver. L'auteur a formulé aussi quelques considérations concernant le problème abordé dans le rapport à propos de l'application des méthodes de calcul électroniques dans l'élaboration des prévisions. A.I.Afanasiev précise enfin le caractère applicatif particulier de cette méthode, ainsi que les solutions possibles dans les conditions spésifiques du Danube.

I.ZSUFFA (République Populaire Hongroise) a mis en discussion le moyen pratique de résoudre le problème de la prévision des niveaux dans le cas d'un embâcle isolé. L'orateur a indiqué quelques moyens pratiques d'apprécier le débit de l'eau écoulée en aval de l'embâcle. La méthode proposée représente un premier essai en ce sens, devant être perfectionnée durant l'élaboration même de la prévision.

M.STAN (République Populaire Roumaine) fournit quelques explications sur la signification physique de la température critique nécessaire à l'apparition des glaçons et de la prise en glace, en indiquant que les résultats obtenus jusqu'à présent au moyen de la méthode proposée ouvrent les meilleures perspectives.

P.MIȚĂ (République Populaire Roumaine) insiste sur la dynamique de la production des phénomènes d'hiver et présente en conclusion un exemple illustrant la manière dont on a solutionné la prévision de la prise en glace pendant les hivers de 1955/1956 et de 1964/1965.

V.STĂNESCU (République Populaire Roumaine) exprime l'espoir que les communications présentées et les discussions susci-

tées à leur sujet contribueront au perfectionnement et à l'extension du champ d'application des méthodes de prévision élaborées pendant la période des phénomènes d'hiver.

PREVISION DE LA MODIFICATION DU REGIME DES EAUX SOUTERRAINES

R. Cădere [x)]

Le problème qui fait l'objet de ce rapport comprend trois études ayant les titres suivants :

1. " Coordination des méthodes hydrologiques et éxperimentales pour résoudre la prévision des eaux souterraines des zones alluvionnaires du Danube", étude présentée par Vaclav Zajicev de V U V - Prague, et Vaclav Hálek, de la V V U H - Brno.

2. " Variation du régime des eaux souterraines de la région Karaboaz, dans les conditions d'existence des constructions énergétiques sur le Danube", étude présentée par B.Ciocikov de Sofia.

3. " Prévision des eaux souterraines ",étude présentée par V. Csobok de VITUKI, Budapest.

Parmi les études présentées, la première et la seconde s'occupent surtout des répercussions sur le régime actuel des eaux souterraines, des futures constructions hydrotechniques. Toutefois, elle donnent aussi quelques apperçus sur la possibilité d'établir des relations de prévision, permettant la détermination anticipée de certains paramètres du régime hydrogéologique, nécessaires pour l'exploitation.

La dernière communication étudie surtout la prévision du régime hydrogéologique actuel dans la zone inondable du Danube, ainsi que pour les sources de Karst, en montrant les limites de la validité des méthodes de prévision proposées

---

x) Institut de Recherches Hydrotechniques - Bucarest

et donnant quelques opinions sur la posibilité d'une élaboration des prévisions pour un régime futur d'aménagements.

Les deux aspects étudiés impliquent nécessairement l' interdépendance du régime des eaux souterraines et du régime des eaux de surface, par des infiltrations verticales et latérales sous différents angles d'incidence. Ce point constitue l'une des préoccupations fondamentales de l'hydrogéologie moderne. La difficulté de ce problème croît à mesure q'on passe des nappes phréatiques vers les eaux de profondeur.

A ce point de vue, il este intéressant de remarquer que les spécialistes des principaux pays effectuent de nombreuses études, qu'il ont présentées aux dernières conférences internationales de spécialité.

Ainsi, à la XIIIe Assemblée générale de l'AIRH (Berkeley, août 1963) on a présenté des études importantes, parmi lesquelles sont à citer : celles de M. Rorabanch, de Sherwood et de Klein H (USA),études qui établissent les relations de l'échange entre l'eau de surface et l'eau souterraine dans des zones de grande perméabilité, tandis que Baden et Eggelsmann (Allemagne) déterminent les relations entre l'eau de surface et l'eau souterraine dans les terrains marécageux, donc à perméabilité réduite.

Le même problème, mais appliqué au domaine de l'échange entre l'eau de surface et l'eau souterraine dans la vallée d'un fleuve, tel que le Rhin à Cologne, a été présenté par Dieler (Allemagne), ou encore par Ubell (Hongrie),pour le Danube.

K. I. Smirnov et I. B. Volfson, ainsi que B. I.Kudeline et O. V. Popov (Union Soviétique) mettent en évidence des méthodes de calcul dans l'alimentation souterraine des eaux phréatiques et les possibilités d'estimer leur écoulement.

H. Flathe (Allemagne), par des interprétations géoélectriques des mesurages de la resistivité quant à la délimitation des nappes aquifères,a déterminé de nouveaux systèmes d'in-

vestigation.

V. N. Celkacev (Union Soviétique) étudie tout particulièrement la théorie du régime élastique, tandis que G. Castany (France) établit les courbes de tarrissement par le calcul des réserves régulatrices.

À la VI^{e} Réunion de l'AIH (Association Internationale Hydrogéologique) de Belgrade, septembre - octobre 1963, on a présenté des études importantes, parmi lesquelles:

Celle de R. Degallier (France) qui montre les méthodes de mesurage de l'alimentation directe des nappes souterraines.

Celle de N.N. Bindeman et F. Bocever (Union Soviétique), qui donne une évolution régionale des eaux souterraines et établit les cartes de prévision des ressources exploitables de l'Union Soviétique.

Pour résoudre les problèmes concernant la prévision des modifications du régime des eaux souterraines, on peut suivre deux voies:

- la première détermine, seulement au point de vue qualitatif, les paramètres hydrogéologiques principaux, avec leur variation dans le temps et dans l'espace;

- la seconde détermine au point de vue quantitatif, la variation dans le temps des paramètres hydrogéologiques, pour tout le territoire étudié.

Cette dernière voie est adoptée surtout dans la prévision des répercussions, temporaires et permanentes, survenues dans le régime de l'équilibre des eaux souterraines à cause de l'intervention de l'homme, aussi bien que dans la prévision du régime actuel des eaux souterraines dans une région quelconque.

La prévision des variations des eaux souterraines et surtout des

eaux phréatiques, ont un rapport très étroit avec les constructions hydrotechniques et avec les aménagements d'améliorations foncières.

C'est à cause de ce problème que la détermination de l'afflux d'eau souterraine et, par conséquent, le calcul du bilan correspondant à la zone inondable du Danube, en régime d'écoulement permanent et nonpermanent, constituent une préoccupation de premier ordre pour les hydrogéologues et les hydrotechniciens de tous les pays riverains.

Dans le cadre de ces préoccupations, l'étude de V.Zajicev et V.Hálek intitulée "Coordination des méthodes hydrologiques et expérimentales pour résoudre la prévision des eaux souterraines des zones alluvionnaires du Danube" présente,dans la première partie, les conditions géologiques et hydrogéologiques qui influencent l'interdépendance entre l'écoulement de surface et l'écoulement souterrain, dans la vallée du Danube et de ces affluents : March, Waag et Nitra.

Les auteurs de cette étude remarquent que, dans les périodes de sécheresse, la direction principale du cours de l'eau souterraine de la vallée du Danube suit la même direction que le fleuve, tandis que, sur les cours inférieurs des affuents, les eaux souterraines sont alternativement influencées par le niveau des crues du fleuve, pendant les crues d'été,et par les crues des affluents, pendant les crues de printemps. On a remarqué que les variations du niveau de l'eau courante de surface influence, à des intervalles de temps relativement courts, le niveau de l'eau souterraine, ainsi que le démontrent les observations effectuées à la station hydrométrique située en aval de Bratislava, à une distance de 12oo m du fleuve.

On précise que la hausse des niveaux de l'eau souterraine,provoquée par des ondes de crue, constitue un problème complexe, qu'on peut connaître seulement à l'aide d'observations prolongées. Les auteurs considèrent qu'il est difficile de résoudre au point de vue quantitatif ces problèmes d'écoulement non per-

manent, par l'application seulement des méthodes de calcul hydraulique, ce qui les oblige à employer des méthodes hydrologiques pour obtenir des résultats concluants.

L'écoulement permanent dans la zone inondable est étudiée par des observations du niveau de l'eau souterraine et du niveau du fleuve, au moyen des réseaux des puits d'observations, hydrogéologiques et hydrométriques, en limitant le volume géométrique des secteurs étudiés.

On trace de cette manière les hydroisohypses et,à l'aide du calcul de la porosité effective, on détermine la variation des réserves d'eau souterraine.

Les auteurs négligent les variations par verticale, causées par les précipitations, et l'afflux latéral, quand ces facteurs sont de peu d'importance.

Par l'emploi de ces méthodes, on a calculé dans la période des crues caractéristiques, l'accumulation des réserves d'eau souterraine dans la vallée de la rivière Waag , avant la fin des constructions hydrotechniques emplacées sur cette rivière, ainsi que les modifications des réserves d'eau souterraine dans la vallée du Danube, dans le secteur étudié, en fonction des crues de printemps et d'hiver.

Les auteurs ont employé pour résoudre ce problème le modelage électrique, par un réseau à mailles (noeuds de résistance) en étudiant les processus hydrogéologiques actuels, ainsi que les processus à venir, quand les constructions hydrotechniques seront terminées.

Ainsi, le problème spatial a été réduit à un problème d'analogie, imposé aussi par le fait que les oscillations de la surface libre sont petites, comparées à l'épaisseur de la couche perméable.

Pour le cas le plus général, un courant non permanent, les auteurs emploient la relation :

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{KH_t}{\mu} \cdot \frac{\partial h}{\partial x}\right) \qquad (1)$$

où :

h - la somme des hauteurs piézométriques et géodésiques ;

t - le temps ;

K - le coefficient de perméabilité ;

μ - la porosité effective.

Si $\frac{KH_t}{\mu}$ est modifié un peu au long de l'axe x, on peut employer la formule

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{KH_t}{\mu} \cdot \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} \qquad (2)$$

L'équation (2) est résolue par les auteurs éxperimentalement, à l'aide de l'analogie électrique.

Pour décrire un courant souterrain non permanent, unidimmensionnel, avec la surface libre de l'eau légèrement inclinée, où l'on tient compte aussi de l'influence des précipitations, de l'évaporation et de la transpiration des plantes, les auteurs emploient la formule

$$\frac{\partial h}{\partial t} = a'_n \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + b\,(x,t) \qquad (3)$$

On détermine la valeur des paramètres a_n et b aux conditions de limite.

Les relations concernant les cas particuliers dérivent aussi de cette équation générale.

Cette étude montre, en conclusion, qu'on peut résoudre pratiquement les problèmes de ce genre en employant en parallèle les deux méthodes, numérique et expérimentale, en obtenant de bons résultats avec l'analyseur du réseau électrique HYDRAL, construit par V V U H - Brno.

On détermine ainsi l'influence des modifications des conditions futures de limite, en déterminant pratiquement la pre-

vision des niveaux de l'eau souterraine, sous l'influence future des constructions hydrotechniques.

Les auteurs montrent qu'on a résolu les problèmes en employant les méthodes hydrodynamiques, hydrauliques et combinées, et que les résultats obtenus ont dépassé le cadre strict des eaux souterraines et pouvant être appliqués aussi bien dans la mise en valeur des processus de prévision à courte échéance des eaux de surface.

Cette étude est particuliérement intéressante car,en tenant compte de la complexité des calculs mathématiques quant à l'hydraulique souterraine, les auteurs se sont occupés aussi de résoudre le côté pratique du problème, par l'emploi du modelage analogique.

Il este intéressant aussi de souligner que les auteurs tiennent compte dans la relation du bilan présentée (3),de tous les facteurs qui interviennent, donc aussi des précipitations et de l'évapotranspiration. Il serait très instructif si on mentionnait aussi les modalités selon lesquelles la détermination de ces deux facteurs et surtout de l'évapotranspiration, a été faite.

La proposition de néglijer les variations par verticale,dues aux précipitations, ainsi que l'afflux latéral, quand ces deux facteurs ont peu d'importance dans le cas de l'écoulement permanent, gagnerait en précision si on montrait quelles sont les limites de cette appréciation.

En même temps, on peut bien faire une suggestion qui pourrait compléter la méthode de travail indiquée par les auteurs de cette étude de valeur, nommément l'emploi des procédés géophysiques, surtout ceux électrométriques et séismiques, pour déterminer les paramètres hydrogéologiques fondamentaux.

La seconde étude intitulée "Variation du régime des eaux souterraines de la région Karaboaz, dans les conditions d'existence des constructions énergétiques sur le Danube" de B. Ciocikov, montre que les recherches ont été effectuées dans

la dépression Karaboaz, secteur morphologique qui représente un ancien lit du Danube, colmaté ultérieurement par le matériel détritique alluvionnaire.

Cette dépression inondée par le fleuve dans le passé, est examinée aujourd'hui pour les constructions d'améliorations foncières exécutées dans ce secteur (endiguements, stations de pompage pour les drains, groupes de pompage pour les irrigations, etc.)

L'auteur examine la lithologie des dépôts qui ont colmaté cette dépression, et constate une variation prononcée, concretisée en trois horizons : à la surface, une argile compacte, sous laquelle se développent des sables argileux (K_f = o,5 - 2 m/jour), et enfin un horizon de gravier et de sable (K_f = 1,8o m/jour), où se trouve cantonnée une nappe aquifère, directement liée à la variation des niveaux du Danube.

Le régime des eaux souterraines a été étudié après de longues observations (17 ans), effectuées dans les puits répartis dans un réseau uniforme sur toute l'étendue de la dépression. A l'aide de ces observations, on a établi une corrélation entre les niveaux moyens, mensuels et annuels, du Danube, et la nappe phréatique développée dans la dépression. La relation entre ces niveaux est linéaire et de la forme suivante:

$$y = o,383\ x + 2o.53o \qquad (4)$$

Dans l'étude on précise que les expériences ont été effectuées sur un modèle EGDA, pour la détermination du débit filtré dans le cas de différentes valeurs variables du niveau du Danube, en même temps que du niveau de drainage des puits. Le modèle a été réalisé à l'échelle 1 : 7oo et le débit infiltré - sur un front de 1 kilomètre - a été déterminé, en employant les données pratiques à la valeur de Q égal à 1,2o m^3/ s.

Le but de l'étude a été - selon l'auteur - de déterminer

les débits d'eau qui doivent être évacués par les puits,distancés entre eux de 25 m, à la suite du haussement du niveau hydrostatique provoqué par les constructions hydro-énergétiques sur le Danube, en vue de maintenir le niveau des e aux souterraines et de permettre ainsi un production agricole normale.

En conclusion, l'auteur - en se basant sur l'application des méthodes analogiques dans un secteur limité - montre l' augmentation relative du débit provenant des infiltrations, du Danube, au cours des futurs aménagements énergétiques par rapport à la situation actuelle.

L'étude est une contribution intéressante par la manière dont elle applique localement les méthodes analogiques dans la détermination de l'apport des eaux d'infiltration en des secteurs limités.

Il faut remarquer toutefois que la méthode est appliquée dans un secteur peu étendu, de 175 m, les résultats étant extrapolés par la suite sur un front large de dizaines de kilomètres.

Une telle extrapolation paraît inaccoutumée si l'on tient compte de la non homogénéité des conditions hydrogéologiques qui peuvent survenir sur une telle longeur de la rive,où il est difficile de préciser l'endroit restreint qu'on peut admettre comme caractéristique pour le secteur entier.

On peut donc considérer qu'il est absolument nécessaire que l'auteur montre les conditions spéciales qui interviennent dans le cas étudié, conditions qui pourraient permettre de généraliser le calcul, pour mieux pouvoir apprécier la validité de ces évaluations. En omettant de faire cette précision, fondée sur une étude géologique approfondie et complexe, où soient examinées aussi les influences des afflux latéraux (terrasses, haute plaine) de la zone toute entière, les généralités données n'ont pas une valeur probatoire.Il serait aussi très intéressant de connaître comparativement

les résultats obtenus à l'application d'autres méthodes, surtout de la méthode analytique de calcul.

En lisant cette méritoire étude, on n'a pas pu retenir si elle s'occupe aussi de la nappe phréatique saisonnière, caractéristique surtout aux zones dépressionnaires de la Vallée du Danube, telle qu'elle apparâît de par les résultats obtenus dans le réseau des puits hydrogéologiques du territoire de la Roumanie. Cette nappe phréatique saisonnière doit normalement se trouver aussi dans la dépression Karaboaz, étant sûrement générée par les précipitations, en tenant compte que l'argile supérieure de la succession du lithofacies représente une couche imperméable, ce qui a déterminé dans le passé le caractère de marécage de cette zone dépressionnaire.

Le troisième étude, intitulée "Prévisions des eaux souterraines" présentée par Veronika Csobok, s'occupe des résultats obtenus en Hongrie à l'aide des données cumulatives par périodes de dix ans.

Dans la dernière partie, l'auteur tient compte des observations systématiques faites dans 121 puits du réseau de la Grande Plaine (Nagyalföld) et dans 4o puits de la Petite Plaine (Kisalföld), ce qui conduit à la possibilité d'élaborer des cartes à isolignes du niveau hydrostatique maximum et minimum.

En fonction de ces observations dans le temps, on constate que le niveau hydrostatique a une variation zonale de 1 à 4 m sous la surface du sol, les résultats étant en corrélation avec les précipitations.

La précision des prévisions est vérifiée au cours des années, certains écarts étant causés par les écarts de la moyenne pluriannuelle des précipitations (le cas de l'année 1957).

En comparant les donnés de la prévision avec les données

réelles, il en résulte des différences de ± 23 cm pour de longues périodes, de ± 21 cm pour de brèves périodes et, dans le cas d'une concordance avec les prévisions des précipitations, les différences sont moindres de ± 10 cm.

En régime de constructions hydrotechniques, l'interaction qui détermine les rapports entre l'eau de surface et l'eau souterraine est obtenue par les alignements de puits transverseaux sur le cours du fleuve, où l'on effectue des mesurages réguliers (tous les trois jours).

La corrélation entre l'eau courante de surface et l'eau souterraine est donnée par la position relative du niveau de l'eau de surface ($\frac{\Delta h_o}{\Delta t}$)

par rapport au niveau hydrostatique souterrain, en gradients hydrauliques (I) exprimés par la relation suivante :

$$q = q_o + q_1 = f(I) + f\left(\frac{\Delta h_o}{\Delta t}\right) \qquad (5)$$

L'auteur constate que l'infiltration de l'eau est plus grande dans les horizons supérieurs que dans les horizons inférieurs. On représente ces variations par des sections transversales sur le fleuve et aussi par une section longitudinale de synthèse au long du fleuve.

Dans la seconde partie de l'étude, l'auteur examine les résultats obtenus dans le temps par le cadastre, les mesurages et les observations des sources de Karst de la Hongrie, qui ont abouti à la constitution d'une étroite relation entre tous ces éléments et les précipitations, dont les plus importantes sont celles tombées pendant les mois sans végétation ("précipitations décisives").

En employant ces données et ces intérprétations, on a réalisé une prévision rétrospective (virtuelle) pour 27 ans, dont il en résulte que, pour enyiron 50% des prévisions, l'erreur varie de 0 à 10%, pour 25% des prévisions l'erreur varie de 21

a 30%, et, qu'enfin, pour le reste, elle dépasse 31%.

Cette étude est une étude de valeur, qui met en évidence les bons résultats obtenus dans la prévision des eaux souterraines, par l'emploi des observations de durée dans le réseau des stations d'observations hydrogéologiques, donc par des méthodes statistiques, qui en Hongrie sont arrivées à un haut degré de développement.

L'auteur apporte une précieuse contribution à l'étude des eaux phréatiques de la vallée du Danube, en régime naturel et en régime de barrage, les resultats obtenus pouvant être exprimés aussi par des bloc-diagrammes.

De même, en précisant les critères qui ont aidé à la prévision virtuelle pour les sources de Karst, il serait intéressant de mieux les connaître, pour pouvoir appliquer ce procédé dans les cas semblables d'autres pays.

Conclusions

En examinant ces études intéressantes, il en résulte la valeur scientifique et économique de l'élaboration exacte des prévisions pour les eaux souterraines du grand territoire qui est la vallée du Danube.

Les études se rapportent à l'emploi des méthodes et des moyens de travail analogues et statistiques, qui permettent de passer de l'étape qualitative à l'étape quantitative, pour mieux approfondir ces connaisances.

L'intérêt pour ces problèmes est souligné par la participation par des études de spécialité de plusieurs pays riverains. Il faut souligner la valeur plus grande de ces études à mesure qu'on pourra employer des méthodes plus modernes d'investigation, offertes par la géophysique, et si, en examinant le complexe d'eau souterraines, on tiendra compte aussi des eaux phréatiques saisonnières.
Le rapport, présentant des études de valeur sur la prévision des eaux souterraines, fait quelques suggestions sur un problème aussi vaste qu'actuel.

Discussions

L.GODA (République Populaire Hongroise) adresse ses remerciements pour les appréciations favorables faites au cours du rapport sur le réseau hydrogéologique de Hongrie et il explique ensuite la manière dont on a réalisé la prévision "virtuelle" dans le Karst, prévision vérifiée à Pecs, tout en spécifiant que cette étude a été basée sur les données obtenues à looo puits.

B.CIOCICOV (République Populaire de Bulgarie) mentionne que, dans sa communication, l'apport des précipitations et des infiltrations sur le territoire n'a pas été pris en considération, vu que leur influence est réduite, en comparaison avec l'influence du niveau des eaux du Danube.

L'orateur a mentionné qu'à côté des études en nature, effectuées relativement aux eaux souterraines, on fait à ce sujet en Bulgarie un grand nombre d'études en laboratoire.

I.PANĂ (République Populaire Roumaine) présente les résultats des études effectuées dans le lit majeur du Danube sur la rive roumaine, où le régime de variation du niveau des eaux s'impose comme le facteur le plus important, vu que l'afflux provenant de la terrasse ainsi que celui des précipitations sont de lo à 2o fois plus petits.

Le spécialiste roumain considère que les expériences sur modèle effectuées en Bulgarie sont très intéressantes, mais seulement au point de vue informatif, car la dépression de Karaboaz a des caractéristiques non-homogènes et, d'autre part, le coefficient K_f a une valeur beaucoup trop grande, en considération de certaines particularités locales.

R.CĂDERE (République Populaire Roumaine) souligne l'importance de l'étude géologique et litho.faciale pour l'élaboration des prévisions concernant l'eau souterraine dans le lit

majeur du Danube, en précisant que les structures lithologiques croisées peuvent créer des systèmes complexes, leur influence étant déterminée dans les calculs de prévisions.

Les études faites à l'Institut de Recherches Hydrotechniques dans le lit majeur du Danube ont d'ailleurs démontré qu'en dehors de la couche phréatique permanente, il y a aussi une couche phréatique saisonnière, dont il faudra tenir compte dans les études futures.

DIVERS PROBLEMES LIES A L'ETABLISSEMENT DES PREVISIONS HYDROLOGIQUES

D. Lăzărescu x)

Ce rapport général a comme but de présenter trois communications qui n'ont pu être incluses dans aucun des rapports généraux précédents, car elles se sont occupées de problèmes auxiliaires pour l'établissement des prévisions hydrologiques, ou ont présenté un bilan de l'activité de recherches et de service de l'économie nationale dans le domaine des prévisions hydrologiques pour une certaine période.

L'une de ces communications, celle présentée par I.Ujvary "Les lois principales de la formation du bilan et du régime hydrologique dans le bassin du Danube" présente des particularités du régime hydrométéorologique dans le bassin du Danube.

Selon I.Ujvary, dans le bassin du Danube on constate - comme une conséquence de l'effet des principaux centres d'influence climatique (influence atlantique, méditerranéenne et continentale-eurasiatique) une diminution générale de l'humidité de l'ouest vers l'est, pour toutes les altidudes, une différence marquée de la grandeur des éléments du bilan hydrique sur les versants diversement exposés, ainsi qu'une étroite dépendance de la valeur des éléments du bilan hydrique en fonction de l'altitude moyenne du bassin versant (répartition zonale verticale) dans les diverses zones du bassin.

En se basant sur ces relations de dépendance, l'auteur fait une analyse de la distribution territoriale des éléments du bilan hydrique en présentant les cartes des isolignes de chaque élément séparément : les précipitations (fig.2a/VII-3), l'écoulement (fig. 2b/VII-3), l'évapo-transporation (fig.

---

x) Institut de Recherches Hydrotechniques - Bucarest

2 c/VII-3). En dépit du fait que les régions montagneuses occupent à peine 36% de l'étendue du bassin du Danube 5o% des précipitations totales s'y trouvent concentrées,75% de l'écoulement total s'y forme et 33% seulement de ceux-ci s'évapore. Ces chiffres illustrent la contribution considérable des régions montagneuses à la formation du régime hydrologique du fleuve.

La même étroite dépendance avec l'altitude moyenne du bassin versant se fait aussi remarquer pour les écoulements saisonniers exprimés en pour-cents de l'écoulement annuel. Sur les figures 3a, b, c, d/VII-3, sont présentées les cartes donnant les pour-cents de l'écoulement pendant la période d'hiver (XII-II), de printemps (III-V), d'été (VI-VIII) et d'automne (IX-XI).

L'auteur met aussi en relief le caractère équilibré du régime du Danube dans son secteur inférieur, dû à l'addition successive des types variés de régime dans le bassin du fleuve.

Un autre communication,présentée par W.Laszloffy"Relations graphiques et numériques dans les prévisions hydrologiques" établit le bilan des avantages et des désavantages des procédés graphiques et numériques dans l'établissement des prévisions.

Selon l'opinion de l'auteur, les procédés graphiques ont l'avantage de présenter une image plastique,qui est utile autant à l'élaboration des relations de prévision, qu'à leur application. Dans le cas de l'établissement des relations de prévision, l'hydrologue doit selectionner -en se basant sur une connaissance approfondie de l'interdépendance des phénomènes - quelques variables plus importantes parmi la multitude de facteurs déterminants ; cette opération de discernement ne peut être solutionnée par une machine,que dans le cas où les relations entre les variables sont linéaires, ou si - dans le cas des relations curvilignes - celles-ci sont préalablement connues.

La machine présente un net avantage, lorsque le nombre de variables indépendantes est élevé car sa productivité prodigieuse remplace une quantité considérable de labeur humain.

La machine présente des avantages aussi dans le cas de l'automatisation de l'enregistrement et de la transmission des niveaux, quand les résultats sont imprimés sur des bandes perforées.

Le procédé graphique peut être aisément contrôlé d'un seul coup d'oeil, tandis que le procédé mécanique requiert l'élaboration de certaines méthodes particulières de contrôle.

Finalement, l'auteur aboutit à la conclusion que le mieux est d'employer simultanément et harmonieusement coordonnés ces deux procédés.

Enfin, la troisième communication présentée par K.Body, expose les succès et l'expérience acquise au cours des 10 dernières années, par les spécialistes hongrois, dans le domaine des prévisions à courte échéance des niveaux.

L'auteur présente les résultats obtenus par l'emploi au service de l'économie nationale, des relations établies par VITUKI, pour la prévision des ondes de crue et pour la prévision courante des niveaux sur le Danube, comme sur toutes les autres grandes rivières de la Hongrie.

La prévision des sommets des ondes de crue s'établit soit sur les données des précipitations, soit sur celles des niveaux correspondants.

Dans le premier cas, on obtient, pour Budapest par exemple, des erreurs moyennes des niveaux de 40,5 cm, et des erreurs moyennes de 4 heures, relatives à la date de son apparition, pour une période d'anticipation de 5 à 6 jours, et dans le second cas, une erreur moyenne de 14,3 cm à une échéance de 2 à 3 jours. On a obtenu des résultats tout aussi bons pour une série d'autres stations situées sur le Danube et sur d'autres grands cours d'eau de la Hongrie.

La prévision courante des valeurs journalières est basée sur la section longitudinale des variations d'un jour à l'autre des niveaux sur le secteur du Danube compris entre Bratislava et Mohacs, procédé rapporté par K. Szesztay à la première Conférence des pays danubiens de Budapest, 1961); les erreurs moyennes obtenues ont eu une valeur de 10 à 12 cm pour une période d'anticipation de quatre jours, diminuant avec la diminution de la période d'anticipation.

L'auteur préconise finalement une série de mesures techniques et d'organisation contribuant à mieux desservir l'économie nationale avec des prévisions hydrologiques.

En synthétisant l'ensemble de ces communications, dont les sujets sont si différents, nous pouvons affirmer qu'elles présentent interêt pour les participants à cette conférence.

Des ouvrages comme celui présenté par I. Ujvary, qui relève les particularités du bilan hydrique et du régime hydrologique du bassin du Danube, ont le mérite de fournir aux hydrologues ayant une activité de recherche ou d'application pratique dans le domaine de l'établissement des prévisions hydrologiques, un grand nombre d'élements très utiles concernant le cadre naturel du bassin du Danube. Il est à désirer qu'à l'avenir une étude plus détaillée soit poursuivie en ce qui concerne les réserves d'eau provenant des neiges dans le bassin du Danube, la dynamique des croissances et du tarissement de celle-ci, éléments absolument nécessaires aux prévisions des crues du printemps ; il serait aussi très intéressant d'étudier les périodes arides dans le bassin du Danube.

Les appréciations effectuées par W. Laszloffy sur les possibilités d'appliquer les procédés graphiques et numériques à l'établissement des prévisions hydrologiques, sont complètement justifiées.

Il faut encore mentionner que, même si la machine ne peut arriver à remplacer totalement l'expérience acquise à la longue par l'homme, sa productivité élevée et une gamme extrêmement variée de possibilités, nous permettent de prévoir un perfec-

tionnement toujours plus profond de l'emploi des machines.

En ce qui concerne le rapport de K. Body, nous considérons que des rapports similaires de synthèse devraient être présentés lors de chaque conférence par les pays participants, qui ont réussi á mettre au point l'application de certaines méthodes, de tels rapports permettant un échange d'expérience très utile.

Le rapporteur est d'avis que les pays participants doivent à l'avenir, présenter aussi dans le domaine des questions diverses - des rapports relatifs à l'automation des jaugeages, aux systèmes de centralisation des données en vue de la prévision, ainsi que des exemples de l'emploi des calculatrices électroniques pour l'établissement des relations de prévision.

D i s c u s s i o n s

W.LASZLÖFFY (République Populaire Hongroise) accentue l'importance primordiale des définitions, celles-ci aidant les spécialistes de tous les pays à employer les mêmes termes dans la même acception de la notion exprimée. W. Laszloffy se déclare complètement d'accord avec la définition formulée par W.Kresser pour les prévisions à brève échéance.

K.CEHAC (Autriche) attire l'attention sur le fait que les communications présentées à la conférence n'ont pas suffisamment traité le problème des erreurs.

En ce qui concerne la transmission des données hydrologiques au moyen des canaux météorologiques, l'orateur n'envisage pas cette possibilité, vu que ces canaux sont surchargés de données météorologiques.

W.KRESSER (Autriche) : Après une brève présentation des recherches entreprises personnellement dans le domaine des prévisions à longue échéance, il aboutit à la conclusion que les prévisions valables peuvent être élaborées seulement sur la base des valeurs mensuelles et non point sur la base des valeurs annuelles.

C.DIACONU (République Populaire Roumaine) montre que les méthodes de prévision hydrologique reflètent le degré des connaissances concernant les eaux et de la connaissance du processus de formation de l'écoulement. Ces processus ne sont pas suffisamment étudiés en ce moment et, par conséquent, les méthodes de prévision employant des coefficients globaux sont justifiées.

A.BECKER (République Démocratique Allemande) voudrait préciser la définition formulée par le professeur Kresser pour la prévision à brève échéance, en mentionnant qu'une telle définition se rapporte à un phénomène dont les causes ont

été déjà mises en action dans une certaine partie du bassin. Il indique aussi que la définition de certaines notions, comme, par exemple, celle du coefficient d'écoulement, doit être faite d'une manière concrète, liée au phénomène respectif.

I.UJVARI (République Populaire Roumaine) a accentué le rôle très considérable de la synthèse territoriale en hydrologie, en insistant sur la nécessité de perfectionner sans cesse les méthodes de synthèse territoriale.

1. Vorwort

Zwischen dem 25.und 3o.Mai 1965 hat in Bukarest die III.internationale Konferenz der hydrologischen Vorhersagen der Donauländer, die seitens der Forschungsanstalt für Wasserbau - I.S.C.H. - organisiert wurde, stattgefunden.

Diese Konferenzen - von denen die erste in Budapest im Jahre 1961 stattfand und seitens der Forschungsanstalt für Wasserwirtschaft (VITUKI) organisiert wurde und die zweite in Graz im Jahre 1963 und seitens des Osterreichischen Wasserwirtschaftsverbands (ÖWWV) organisiert wurde, - verfolgen das Ziel einer engeren Zusammenarbeit zwischen den Fachleuten der Donauländer, auf einem so bedeutenden Gebiet der hydrologischen Vorhersagestudien.

Das wachsende Interesse der Fachleute der Donauländer für diese Konferenzen kann durch die immer höhere Zahl der vorgeführten Mitteilungen veranschaulicht werden: 7 im Jahre 1961, 14 im Jahre 1963 und 25 im Jahre 1965. Das Interesse für Konferenzen dieser Art hat sogar die Grenzen des Donaubeckens überschritten, da bei den drei Konferenzen auch Fachleute aus Frankreich, der Deutschen Demokratischen Republik und Holland teilgenommen haben.

Solche Konferenzen stehen in der Gegenwart in enger Verbindung mit der Aktivität des Internationalen Hydrologischen Dezenniums im Rahmen der regionalen Zusammenarbeit auf dem wissenschaftlichen Gebiet zwischen den Donaustaaten.

Die hydrologischen Vorhersagekonferenzen werden durch die Zusammenarbeit der Institute, die die hydrologische Vorhersageaktivität in jedem einzelnen Donaustaat leiten,vorbereitet.

Für die Vorbereitung der III.Konferenz fand,auf die Einladung der Forschungsanstalt für Wasserbau hin, in Bukarest am 29.o5.1964 eine Besprechung mit Teilnahme folgender Vertreter, statt:

I.N.Erinin (Volksrepublik Bulgarien)
R.Drazeta (Föderative Sozialistische Republik Jugoslawien)
H.Schimpf (Osterreich)
M.Semenescu (Rumänische Volksrepublik)
S.Dumitrescu (Rumänische Volksrepublik)
J.Boisnard (Rumänische Volksrepublik)
D.Lăzărescu (Rumänische Volksrepublik)
[redacted]
K.Stelczer (Ungarische Volksrepublik)
K.Szesztay (Ungarische Volksrepublik)

In dieser Beratung wurde die Thematik und eine Reihe organisatorischer Einzelheiten betreffs der III.Konferenz festgesetzt. Mit dieser Gelegenheit gelangte man zur Schlussfolgerung, dass es in Zukunft angebracht wäre:

- dass die Konferenzen von zwei zu zwei Jahren in den Donauländern durch Rotation stattfinden sollen;

- dass ein, aus den Vertretern der Institutionen die die hydrologischen Vorhersageaktivitäten leiten, gegründeter Ausschuss in den Jahren zwischen den Konferenzen im Lande, das die nächste Konferenz organisiert, hinsichtlich der Vorbereitung der entsprechenden Konferenzen, zusammenkommt;

- dass der Sekretariatsdienst dieses, eigen zu diesem Zweck gegründeten Ausschusses seitens der Institution, die diese Konferenz organisiert, auf die Dauer von der Organisierung der Konferenz bis zur Verbreitung, des von der entsprechenden Konferenz hervorgegangenen Materials, gesichert wird;

- dass die bei der Konferenz vorgeführten Arbeiten seitens des Gastgeberlandes vervielfältigt und den Teilnehmern verteilt werden.

2. Verlauf der Konferenz

Die Konferenz wurde am 25 Mai 1965 seitens des Direktors der Forschungsanstalt für Wasserbau des Staatskomitees für Wasserwirtschaft, S.Dumitrescu, eröffnet.

Die über 100 Teilnehmer, von denen 34 ausländische Delegierte, wurden vom Vizepräsidenten des Staatskomitees für Wasserwirtschaft, R.Ernest, herzlichst begrüsst, der, nachdem er die besondere Bedeutung der hydrologischen Vorhersagen in den Bedingungen einer entwickelten Wirtschaft und einer komplexen und rationellen Verwendungspolitik der Wasserquellen hervorhob, der Konferenz einen vollständigen Erfolg wünschte.

Am 25.und 26.Mai wurden die Arbeiten vorgeführt und anhand dieser die entsprechenden Diskussionen.

Die 25 Arbeiten (1 aus Bulgarien, 2 aus Osterreich, 9 aus Rumänien, 7 aus der Tschechoslowakei, 1 aus der UdSSR und 5 aus Ungarn) wurden im Rahmen 7 allgemeiner Referate, die einer in der Thematik der Konferenz vorgesehenen Problemgruppe entsprachen, zwecks einer, für die Diskussionen längeren vorbehaltenen Zeit, vorgeführt. Die allgemeinen Referate wurden von rumänischen Fachleuten zusammengestellt und sind am Ende dieses Bandes veröffentlicht; sie enthielten eine knappe Darlegung des aktuellen theoretischen und praktischen Stadiums auf dem entsprechenden Gebiet, die Vorführung des Inhaltes der Mitteilungen, Kommentare bezüglich der behandelten Probleme, sowie eine Perspektive für die Aktivität der nächsten Zukunft.

Um die ausführliche Diskussion der Probleme zu erleichtern, standen den Teilnehmern noch vor der Eröffnung der Konferenz der Band mit den vollständigen Mitteilungen in Originalform und in deutscher Sprache und mit den Zusammenfassungen in jeder anderen offiziellen Sprache der Konferenz

(französisch, deutsch, rumänisch, russisch), zur Verfügung.

Zum selben Zweck wurde während der Konferenz die gleichzeitige Übersetzung der Referate und Diskussionen in die deutsche, rumänische und russische Sprache gesichert.

Die zahlreichen Diskussionen bestanden aus der Ausführung gewisserTeile aus den eigenen Arbeiten, aus der Erläuterung der anderen Arbeiten und aus allgemeinen Betrachtungen bezüglich der aktuellen praktischen und theoretischen Fragen aus dem Gebiet der hydrologischen Vorhersagen. Die knappe Vorführung der Diskussionen ist im Endteil des Bandes nach jedem einzelnen allgemeinen Referat zu finden.

Am 26.Mai 1965, vor der Vorführung und Diskussion des letzten allgemeinen Referats, überbrachten einige ausländische Delegierte ihren Gruss der Konferenz.

Der Delegierte der Donaukommission, R.Radovanovici, hat das grosse Interesse, mit der die Donaukommission die Arbeiten der Konferenz der Vorhersagen verfolgt, unterstrichen.

Der Leiter der tschechoslowakischen Delegation, M.Balco, hat die Tatsache, dass diese Konferenzen der hydrologischen Vorhersage einen traditionellen Charakter erhalten haben, hervorgehoben. Am Ende seiner Ansprache machte der Leiter der tschechoslowakischen Delegation seitens des Tschechoslowakischen National-Komitees für die Aufgaben des Internationalen Hydrologischen Dezenniums, den Vorschlag, dass die IV.Konferenz der Donauländer in hydrologischen Vorhersagefragen, in Bratislava im Jahre 1967 stattfinden soll.

Der Leiter der österreichischen Delegation, H.Schimpf, schätzte die Art der Organisierung positiv ein und hob besonders das Bestreben, dass den Teilnehmern schon vor Beginn der Konferenz der Band mit allen eingesandten Arbeiten zur Verfügung stand, hervor. Am Schluss, unterstrich der österreichische Delegierte die Bedeutung solcher wissenschaftlicher Ereignisse zu Beginn des Internationalen Hydrologischen Dezenniums, wobei er die Hoffnung dass solche Zusammen-

arbeiten zwischen den Donauländern auch auf anderen Gebieten der Hydrologie stattfinden werden, ausdrückte.

Nach der Diskussion des letzten Referats nahm der Direktor der Forschungsanstalt für Wasserbau, S.Dumitrescu, das Wort und zeigte die Bedeutung der Arbeiten der Konferenz für die praktische Aktivität der anwesenden Institutionen, wobei er gleichzeitig den Verfassern, den Teilnehmern an den Diskussionen und allen Delegierten für ihre Beiträge zum guten Verlauf der Konferenz, dankte.

Am Vormittag des 27.Mai 1965, wurde der Besuch der Forschungsanstalt für Wasserbau Bukarest, veranstaltet.

Als Folge des Vorschlages des Leiters der ungarischen Delegation fand nach dem Besuch ein Meinungsaustausch zwischen den Leitern der Delegationen der Donauländer, die bei der Konferenz anwesend waren, hinsichtlich der Organisationsaufgaben der IV.Konferenz, statt. Infolge der Diskussionen ging hervor, dass das Tschechoslowakische National-Komitee für die Aufgaben des Internationalen Hydrologischen Dezenniums den anderen Donauländern konkrete Vorschläge im Zusammenhang mit dem Verlauf der IV. Konferenz machen wird, wobei eine Zusammenkunft der Vertreter der Vorhersageabteilungen der Donauländer zu diesem Zweck im Jahre 1966 als nützlich angesehen wird.

Die eigentliche Konferenz wurde von einem Studienausflug zwischen dem 27 - 30 Mai 1965 auf der unteren Donau von Galaţi bis nach Tulcea und ins Donaudelta bis zum Schwarzen Meer (Sulina) gefolgt. Während des Studienausfluges konnten die Teilnehmer anhand einiger Darlegungen, die von rumänischen Fachleuten, bezüglich hydrologischer und hydrotechnischer Aufgaben des Donaudeltas und der rumänischen Meeresküste (Aspekte des hydrologischen Regimes und der durchgeführten und projezierten Ausbauten) durchgeführt wurden, kennenlernen.

Die III. Internationale Konferenz der Hydrologischen Vorher-

sagen bot eine gute Gelegenheit für eine bessere, gegenseitige Kenntnis der Aktivitäten der Donauländer und für die Einführung direkter Kontakte mit den Fachleuten aus verschiedenen Ländern.

3. Teilnehmerliste

Volksrepublik Bulgarien

K.FANKOV	Hydrometeorologische Direktion der UPPD.
B.TSCHOTSCHKOW	Institut für Hydrologie und Meteorologie.

Deutsche Demokratische Republik

K.BAUER	Humboldt Universität, Berlin
A.BECKER	Institut für Wasserwirtschaft.
H.J.GRASNICK	Meteorologischer Dienst.
R.GROTH	Amt für Wasserwirtschaft.
H.WAGNER	Technische Universität Dresden.

H o l l a n d

P.J.WEMELSFELDER	Verwaltung der Wasserverkehrsmittel des Königsreichs.

Föderative Sozialistische Republik Jugoslawien

R.DRAZETA	Hydrometeorologisches Institut

O s t e r r e i c h

K.CEHAK	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.
E.GLASEL	Bundesministerium für Land-und Forstwirtschaft.
H.GRASSINGER	Osterreichische Donaukraftwerke A.G.
K.D.GUTKNECHT	Technische Hochschule Wien.
K.KNAUER	Osterreichische Elektrizitätswirtschaft A.G.
W.KRESSER	Institut für Hydraulik, Gewässerkunde, landwirtschaftlichen und Siedlungswasserbau.
O.KRETSCHMER	Osterreichische Donaukraftwerke A.G.
H.KRISCH	Donaukraftwerk Jochenstein A.G.
G.MUNDT	Osterreichisch-Bayerische Kraftwerke A.G.
H.MÜLLNER	Bundesministerium für Handel und Wiederaufbau.
F.NEIGER	Osterreichische Donaukraftwerke A.G.

R.PERTUSINI	Bundesministerium für Verkehr-und Elektrizitätswirtschaft.
M.PLATZL	Ennskraftwerke - A.G.
H.SCHIMPF	Bundesministerium für Land-und Forstwirtschaft (Hydrographisches Zentralbüro).
J.SCHMUTTERER	Bundesministerium für Handel und Wiederaufbau.
R.WÖTZEL	Osterreichisch-Bayerische Kraftwerke - A.G.

Rumänische Volksrepublik

R.AMAFTIESEI	Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest.
I.ANITAN	Hydrometeorologische Abteilung, Cluj.
E.AVRAMESCU	Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest.
B.BINDER	Hydrometeorologische Abteilung, Cluj.
J.BOISNARD	Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest.
C.BONDAR	Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest.
R.CĂDERE	Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest.
R.CENTEA	Hydrometeorologische Abteilung, Timişoara.
D.CIOC	Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest.
R.CONSTANTINESCU	Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest.
C.DIACONU	Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest.
S.DUMITRESCU	Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest.
V.DUMITRESCU	Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest.
I.ENEA	Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest.
S.HÎNCU	Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest.
N.GEORGESCU	Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest.
F.IONESCU	Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest.
D.LĂZĂRESCU	Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest.
M.MARINESCU	Direktion der Zivilschiffahrt des Transportministeriums, Bukarest.
N.MATEESCU	Direktion der Zivilschiffahrt des Transportministeriums, Bukarest.
P.MIŢA	Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest.
C.MOCIORNIŢĂ	Forschungsnastalt für Wasserbau, Bukarest.
L.MUSTAŢĂ	Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest.
D.PIRVULESCU	Hydrometeorologische Direktion des Staatskomitees für Wasserwirtschaft, Bukarest.
G.PLATAGEA	Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest.
M.PODANI	Hydrometeorologische Direktion des Staatskomitees für Wasserwirtschaft, Bukarest.

E.RAZVAN	Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest.
M.SEMENESCU	Technische Direktion des Staatskomitees für Wasserwirtschaft, Bukarest.
M.STAN	Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest.
V.STĂNESCU	Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest.
I.ŞTEFĂNESCU	Forschungs-und Projektierungsinstitut für Fischzucht, Bukarest.
V.STOENESCU	Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest.
O.TRITEANU	Hydroenergetisches Forschungs-und Projektierungsinstitut, Bukarest.
I.UJVARY	Babeş-Bolyai-Universität, Cluj.
I.VLADIMIRESCU	Institut für Ausbaupläne und hydrotechnische Bauten, Bukarest.

S o w j e t u n i o n

A.I.AFANASIEV	Zentralinstitut für Prognosen.

Sozialistische Republik Tschechoslowakei

M.BALČO	Institut für Hydrologie und Hydraulik der slowakischen Akademie der Wissenschaften, Bratislava.
J.PROCHAZKA	Forschungsanstalt für Wasserwirtschaft, Bratislava.
A.SVOBODA	Institut für Hydrologie und Hydraulik der slowakischen Akademie der Wissenschaften, Bratislava.
M.VENETIANER	Institut für Hydrologie und Hydraulik der slowakischen Akademie der Wissenschaften, Bratislava.

Ungarische Volksrepublik

L.GODA	Forschungsanstalt für Wasserwirtschaft, Budapest.
W.LASZLÖFFY	Forschungsanstalt für Wasserwirtschaft, Budapest.
I.ZSUFFA	Staatsdirektion für Gewässer, Budapest.

Seitens der Donaukommission

R.RADOVANOVICI	Hydrometeorologische Abteilung.

4. Die allgemeinen Referate und die anhand dieser geführten Diskussionen

Der Titel der allgemeinen Referate, die Fachleute die sie ausgearbeitet haben sowie der Titel und die Verfasser der Arbeiten auf die sie sich bezogen, sind folgende:

I. Allgemeine Methoden der laufenden Vorhersage bezüglich des Abflusses

(Referent D.LĂZĂRESCU - Rumänische Volksrepublik).

1. Hydrologische Vorhersagen für die Donau unterhalb der Innmündung - H.KRISCH (Osterreich).
2. Zur Frage der langfristigen Vorhersage der Wasserstände im mittleren Abschnitt der Donau - L.GODA (Ungarische Volksrepublik).
3. Die kurzfristige Vorhersage der Wasserdurchflüsse auf Grund der in den Flussbetten befindlichen Wasservorräten und des Wasserzuflusses im hydrographischen Netz (Beispiel am Pegel Alba Iulia des Mureşflusses) - D.LĂZĂRESCU (Rumänische Volksrepublik).

II. Die Vorhersage der Hochwässer

(Referent G.PLATAGEA - Rumänische Volksrepublik).

1. Vorhersage der Durchflusswellenfracht im oberen Einzugsgebiet der Waag - J.PROCHAZKA (Sozialistische Republik Tschechoslowakei).
2. Die Möglichkeit der Vorhersage der Frühjahrsabflussmenge in den Einzugsgebieten der tschechoslowakischen Karpaten - E.SIMO (Sozialistische Republik Tschechoslowakei).
3. Zur Hochwasservorhersage bei kleinen Gewässern - W.KRESSER (Osterreich).

III. Vorhersagemethoden des Abflusses der Niederwasserperiode

(Referent J.BOISNARD - Rumänische Volksrepublik)

1. Einige Daten betreffend die Vorhersage der Durchflüsse nach den Trockenwetterabflusslinien im Donaubecken - I.KUNSCH (Sozialistische Republik Tschechoslowakei).

2. Die Trockenwetterganglinie und ihre Verwendung bei den Vorhersagen der Durchflüsse in der Trockenperiode - M.BALCO (Sozialistische Republik Tschechoslowakei)

3. Eine Methode der Vorhersage der durchschnittlichen, monatlichen, minimalen Durchflüsse beim Pegel Oltenița an der Donau - D.LĂZĂRESCU (Rumänische Volksrepublik).

IV. Die Hydraulik des Abflusses und Flussbettvorgänge

(Referent D.CIOC - Rumänische Volksrepublik).

1. Mechanischer Integrator zur Lösung der Bewegung der Flutwellen - A.SVOBODA (Sozialistische Republik Tschechoslowakei).

2. Vorhersage des Hochwasserverlaufes an der Donau nach dem Aufbau der Wasserkraftwerke, in der tschechoslowakisch-ungarischen Stromstrecke-J.PROCHAZKA und M.VENEȚIANER (Sozialistische Republik Tschechoslowakei).

3. Maximale Durchflüsse im rumänischen Donauabschnitt und deren entsprechende Wasserstände im ausgebauten Regime - S.HÎNCU, F.IONESCU, R.DRĂGĂNESCU, M.POPESCU, D.DUMA (Rumänische Volksrepublik).

4. Bestimmungsmöglichkeiten der Fortpflanzung der Flutwellen in eingedämmten Flussbetten, durch Berechnung - D.CIOC, F.IONESCU (Rumänische Volksrepublik).

5. Die Vorhersage der Aufschwemmung auf der Donau, unter den Bedingungen des eingestauten Flussbettes . Anwendung bei dem Wasserkraftwerk "Eisernes Tor" - R.AMAFTIESEI, E.RĂZVAN (Rumänische Volksrepublik).

V. Vorhersage in der Periode der Eisverhältnisse

(Referent V.STĂNESCU - Rumänische Volksrepublik).

1. Die Vorhersage des Wasseranstiegs der Donau infolge eines isolierten Eisstaus - I.ZSUFFA - (Ungarische Volksrepublik).

2. Die Vorhersage des Datums der Eisstanderscheinung auf der unteren Donau - P.MIȚĂ (Rumänische Volksrepublik).

3. Die Vorhersagemöglichkeiten der Wasserstände auf der unteren Donau unter den Bedingungen des Eisstandes - C.DIACONU (Rumänische Volksrepublik).

4. Die kurzfristige Vorhersage der Eisverhältnisse auf der rumänischen Strecke der Donau - M.Stan (Rumänische Volksrepublik).

5. Berechnung der Eisbildungszeit an der unteren Donau - A.I.AFANASIEV (U.d.S.S.R.).

VI. Die Vorhersage der Veränderungen des Regimes der Grundgewässer

(Referent R.CADERE - Rumänische Volksrepublik).

1. Kombination hydrologischer und experimentaler Methoden bei der Voraussage der alluvialen Grundwässer im Donaugebiete - V.ZAJICEK, V.HALEK (Sozialistische Republik Tschechoslowakei).
2. Veränderung des Regimes der Untergrundwässer in der Tiefebene von Karaboas bei dem Wasserkraftaufbau der Donau - B.TSCHOTSCHKOW (Volksrepublik Bulgarien).
3. Vorhersagen über unterirdische Gewässer - V.CSOBOC (Ungarische Volksrepublik).

VII. Verschiedene Aufgaben im Zusammenhang mit der Ausarbeitung der hydrologischen Vorhersagen

(Referent D.LĂZĂRESCU - Rumänische Volksrepublik).

1. Erfolge und Lehren der kurzfristigen Wasserstandvorhersagen in Ungarn in den letzten zehn Jahren - K.BODY (Ungarische Volksrepublik).
2. Graphische und numerische Beziehungen in der hydrologischen Vorhersage - W.LASZLÖFFY (Ungarische Volksrepublik).
3. Die Hauptgesetze der Bilanzbildung und der Bildung des hydrologischen Regimes im Donaueinzugsgebiet - I.UJVARY (Rumänische Volksrepublik).

ALLGEMEINE METHODEN DER LAUFENDEN VORHERSAGE BEZUGLICH DES ABFLUSSES

D.Lăzărescu [x)]

In die Kategorie der laufenden Vorhersagen fallen jene Vorhersagen die regelmässig täglich, alle 2 - 3 Tage, alle 5 Tage, alle lo Tage oder monatlich aufgestellt werden.Diese Vorhersagen beziehen sich entweder auf die momentanen Werte, oder auf Mittelwerte auf 1, 2, 3, 5, lo Tage.Die Vorausnahme dieser Vorhersagen schwankt gewöhnlich zwischen 1 Tag und lo Tagen, so dass sie als von kurzer und mittlerer Frist betrachtet werden können.

Die Methoden der laufenden Vorhersage lassen sich in zwei grosse Klassen teilen:

a) Methoden die sich auf die Bewegung des Wassers im hydrologischen Netz stützen;
b) Methoden die sich auf die Gesetze der Vorgänge im hydrographischen Einzugsgebiet stützen.

Auf Grund der Bewegungsgesetze des Wassers im hydrographischen Netz wurden eine Reihe konkreter Vorhersagemethoden aufgestellt wie: Methode der entsprechenden Werte, Methode der Tendenz, Methode der Wasservorräte der Flussbetten des hydrographischen Netzes. Diese Methoden sind genauer und leichter anzuwenden, da sie nur Angaben der hydrometrischen Messungen verwenden.

Die Methoden der Klasse (b) berücksichtigen, sei es global oder ausführlich, die Gesetze der Bildung des Abflusses,der von Niederschlägen oder Schmelzwasser herrührt, wie zum Beispiel: die Methode des Einheitshydrographen, die Methode der

---

x) Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest, Rumänien

Isokronen, die Methode des seitlichen Zuflusses u.s.w., welche die Voraussage des Hydrographen der Hochwässer erlauben.

In vorliegender Arbeit haben wir uns nur mit Vorhersagemethoden die laufend angewendet werden, unabhängig vom Zustand des Flusswassers, wie Hochwässer, Niederwässer, befasst;die Arbeiten bezüglich der Vorhersagemethoden wie in den letzten Fällen werden in den allgemeinen Referaten II,beziehungsweise III, erwähnt.

Ausser diesen Methoden, gibt es noch solche die sich auf die Berücksichtigung der Gesetze die die beiden Klassen kennzeichen, stützen; dies ist der Fall der Methode der Wasservorräte der Flussbetten, die auch den Zufluss ins Netz in der Vorausnahmeperiode berücksichtigt.

In Zusammenhang mit der Anwendung der Vorhersagemethode, bestehen zwei wichtige Aufgaben, und zwar:

a) Schätzung der Genauigkeit der Methode um ihren praktischen Wert vor ihrer Anwendung zu bestimmen;
b) Die Bestimmung der Fehler der Ergebnisse der Vorhersage, die auf Grund der Vorhersagemethoden ausgearbeitet wurden.

Die laufenden Vorhersagemethoden wurden auch in den Mitteilungen der ersten beiden Tagungen der Donauländer (Budapest 1961 und Graz 1963) behandelt. Bei der ersten Tagung, hat K.Szesztay eine tägliche Vorhersagemethode der Wasserstände der ungarischen Donau auf Grund des Längsschnittes der Veränderung von einem Tag zum anderen der Wasserstände, dargelegt.

Bei der zweiten Tagung, hat A.I.Afanasiev die Vorhersagebeziehungen des mittleren Monatsdurchflusses an der Pegelstation Orşova mit einer Vorausnahme von 5 Tagen,auf Grund des Wasservolumens der Betten des hydrographischen Systems,dargelegt, ebenso, die Vorhersagebeziehung des minimalen dekadalen Durchflusses beim selben Pegel auf Grund der Durchflüsse an vier Pegeln des Einzugsgebietes. D.Lăzărescu hat

die Vorhersagebeziehungen an der selben Pegelstation, Orşova, der mittleren Durchflüsse auf fünf Tage und der mittleren dekadalen Durchflüsse mit einer Vorausnahme von fünf und zehn Tagen, auch auf Grund des Wasservolumens aus den Flussbetten des hydrographischen Systems, dargelegt.

Bei dieser Tagung, wurden auf dem Gebiet der laufenden Vorhersage, zwei Arbeiten bezüglich der eigentlichen Vorhersagemethoden (H.Krisch - "Hydrologische Vorhersagen für die Donau unterhalb der Mündung des Inn", und D.Lăzărescu " Die kurzfristige Vorhersage der Durchflüsse auf Grund der Wasservorräte aus den Flussbetten und des Zuflusses aus dem hydrographischen Netz, mit Anwendung auf die Pegelstation Alba Iulia auf dem Mureş", und eine Arbeit welche die Fehler der laufenden Vorhersagen behandelt (L.Goda: "Im Zusammenhang mit der Aufgabe der langfristigen Vorhersagen der Wasserstände im mittleren Abschnitt der Donau") bekannt gemacht.

In seiner Arbeit, legt H.Krisch die kurzfristige Vorhersagemethode der Durchflüsse welche ins Wasserkraftwerk von Jochenstein eintreten, dar.

Im allgemeinen, besteht die Methode der Vorhersage der Durchflüsse bei einem Pegel flussabwärts, in der Berücksichtigung der Durchflüsse an den Pegeln flussaufwärts sowie auch des zwischenliegenden Zuflusses. Mit Hilfe dieser Methode können die Durchflüsse der Donau und des Inn vor ihren Zusammenfluss gefunden werden;auf Grund dieser Durchflüsse kann die Vorhersage für Jochenstein gegeben werden.

Wenn zwischen dem Zusammenfluss des Inn mit der Donau und Jochenstein wichtige Niederschläge fallen, berücksichtigt man auch den zwischenliegenden Zufluss, welcher mit Hilfe der Differenz des Durchflusses von Jochenstein und der Summe der Durchflüsse der Donau und des Inn,vor ihrem Zusammenfluss, bestimmt wird.

Die Vorhersagen werden laufend 8 Uhr Früh für die folgenden 24 Stunden aufgestellt; um 17 Uhr werden eventuelle Korrekturen gemacht.

Auf diese Art, kann das Wasserkraftwerk Jochenstein vorzeitig die Grösse und den Zeitpunkt des Eintritts des maximalen Durchflusses kennen.

Der Autor gibt nicht genug Einzelheiten hinsichtlich der Art der Übertragung der Durchflüsse bis Jochenstein, was sehr interessant gewesen wäre, da die Eintreffzeiten aus der bayerischen Donau und dem Inn bis Jochenstein sehr verschieden sind. Ebenso ist dem Referenten der Vorteil dieser Methode im Vergleich z.B. mit der Methode der entsprechenden Durchflüsse nicht genügend klar, da er nicht einmal eine zusammenfassende Analyse der Fehler der durch die Anwendung dieser Methode erhaltenen Ergebnisse, macht.

In seiner Arbeit, versucht D.Lăzărescu eine Verbesserung der Ergebnisse der Anwendung der kurzfristigen Vorhersagemethode der Durchflüsse auf Grund der Wasservorräte aus den Flussbetten des hydrographischen Netzes durch die Berücksichtigung des Zuflusses in der Vorausnahmeperiode, zu bringen. Der Ausdruck auf Grund dessen die Vorhersagen ausgearbeitet werden, ist:

$$\overline{Q}_{n+t+T} = f\left[W_{n(T)}\right] + \sum_{n+t}^{n+t+T} q_i \overline{R}$$

wo: $\overline{Q}_{n+t+T}$, der mittlere Durchfluss in der Periode T (gleich o,5 Tage, ein Tag, zwei Tage u.s.w.) mit der Vorausnahme t (gleich dem Intervall vom Zeitpunkt der Aufstellung der Vorhersage an, bis zum Anfang der Periode T) ist. Das Schema dieser Beziehung ist folgendes (Schema I - 3): $f\left[W_{n(T)}\right]$ ist der Durchfluss auf Grund des Wasservorrates aus den Flussbetten $W_{n(T)}$ im Augenblick n aus den Anschnitten des hydrographischen Netzes mit welchen sie durch zwei Isokronen begrenzt sind, eine mit dem Wert t und die andere mit dem Wert t+T, bestimmt, und $\sum_{n+t}^{n+t+T} q_i \overline{R}$ stellt den Durchfluss, welcher vom Wasserzufluss q abhängt, der von flüssigen Niederschlägen, die vor dem Augenblick n gefallen sind und welche nach diesem Augenblick ins Netz eintreten, herstammt, wie auch

von den Ordonaten der Kurve $\bar{R} = f(\tau)$ die, die Kurve der Fortbewegung des Wassers durch die Betten des hydrographischen Netzes bilden, dar.

Der Wasserzufluss q wird auf Grund der Niederschläge x des Abflusskoeffizienten η und der Ordonaten $(\frac{\Delta\omega}{F})$ die Kurve der relativen elementaren Oberflächen des Hangabflusses, die uns die Art, wie das Wasser der Niederschläge vom Fallort bis ins hydrographische Netz gelangt zeigen, bestimmt. Für die Kurve $\bar{R} = f(\tau)$ wird die Summe von zwei Sinusoiden, indem die eine die halbe Periode der anderen hat, verwendet.

Durch die Verwendung dieses Zusatzes, haben wir für die Hochwässer der Jahre 1962, 1963, 1964 eine Verbesserung der Vorhersagen mit 5 - 4o%, im Vergleich zu den Vorhersagen, die nur auf Grund der Wasservorräte der Flussbetten ausgearbeitet wurden, festgestellt.

Trotzdem die Methode positive Resultate gibt, kann sie nur bei einer beschränkten Zahl von Pegeln angewendet werden, da sie sehr mühsam ist, ausser der Tatsache dass bei der Berechnung des Zuflusses grosse Annäherungen eingeführt werden können, die hauptsächlich dem Abflusskoeffizienten zu verdanken sind.

In seiner Arbeit, untersucht L.Goda, auf Grund der Daten der Jahre 196o-1964, die Genauigkeit der Vorhersagen der monatlichen Wasserstände auf dem mittleren Abschnitt der Donau, welche auf Grund der Beziehungen, die die Wasservorräte der Flussbetten berücksichtigen, ausgearbeitet wurden.

Der Autor benützt die relativen Fehler der Vorhersagen $\beta = \frac{\Delta H}{H_a}$, wo ΔH die Differenz zwischen den vorhergesagten und dem eingetretenen Wasserstand ist, und H_a, die Amplitüde der Schwankung der Wasserstände in der vieljährigen Periode.

Um die Wirksamkeit der Methode zu beurteilen, werden die Werte β und $\beta^{x} = \frac{\Delta H'}{H_a}$ verglichen, wo $\Delta H'$ die Abweichung der Norm vom eingetretenen Wasserstand ist.

Mit anderen Worten, werden also die Ergebnisse der Vorhersagen, die sich auf die Wasservorräte der Betten stützen, die mit Hilfe der Beziehungen bestimmt wurden, mit den Ergebnissen der Vorhersagen der kennzeichnenden monatlichen Wasserstände die vom vieljährigen Mittel gegeben wurden, verglichen, wobei letztere Vorhersage sehr einfach angewendet werden kann.

Aus dem Vergleich der Ergebnisse dieser beiden Methoden (Tabellen 2 und 4/I-2) geht hervor dass ihre Verteilung auf Prozentklassen, ungefähr dieselbe ist, was uns zu etwas pessimistischen Schlussfolgerungen bezüglich der Rechtfertigung der Methode, die sich auf die Wasservorräte gründet, führt.

Um die Wirksamkeit der Vorhersagen zu qualifizieren, benützt der Autor ein Verbindungsdiagramm zwischen β und β/β^{x}, in welchem vier Zonen eingetragen sind, entsprechend den Bewertungen gut, hinreichend, schwach und nichthinreichend.

Die Ursachen der erhaltenen Fehler untersuchend (als Grösse und Vorzeichen), stellt der Autor fest, dass die Periode 1960-1964, vom Standpunkt des Abflusses, unter der Norm war, und macht auf das grosse Gewicht der - in der Vorausnahmeperiode der Vorhersagen - gefallenen Niederschläge, aufmerksam.

Der Referent betrachtet die Einführung des Vergleichs mit der Norm als positiv, da nur so die Wirksamkeit der Methode beurteilt werden kann. Die Benützung der Amplitüde bei der Analyse der Fehler ist aber mit einer Reihe von Unzulänglichkeiten verbunden, da die Amplitüde die reelle Schwankung der Reihe der Daten nicht sehr gut kennzeichnet (siehe Aufsatz von E.G.Popov und V.N.Parschin aus den Arbeiten T.I.P. 84/1959). Es wäre besser gewesen für die Kennzeichnung der Wirksamkeit der Vorhersagemethode Bestimmungsbeiwerte zu verwenden, in deren Zusammensetzung - neben dem Typfehler der Methode - auch die praktische mittlere Abweichung der vorgesagten Veränderlichen im Verhältnis mit der mittleren

Veränderung in der Dauerzeit der Vorhersage, miteinbegriffen ist (siehe Leiter der hydrometeorologischen Arbeiten Kap. 6, Warschau 1964).

Die Arbeit von L.Goda führt zum ersten Mal im Rahmen der Vorhersage-Konferenzen der Donauländer, eine spezielle und einheitliche Analyse der Anwendungsfehler einer Vorhersagemethode, vor, was eine positive Tatsache darstellt.

Wir sind der Ansicht, dass es nützlich gewesen wäre, wenn der Autor, die Fehler der konkreten Vorhersagegefälle mit den Fehlern des vom Autor der Vorhersagebeziehungen erwähnten Methode, verglichen hätte.

.:.

Im allgemeinen, wurden bei dieser Tagung, auf dem Gebiet der laufenden Vorhersage wenige Arbeiten dargelegt; diese Tatsache erklärt sich höchstwahrscheinlich dadurch, dass die verschiedenen Fachmänner bis jetzt hauptsächlich diese Methoden untersucht haben, wobei es schon zur allgemeinen Anerkennung vieler Methoden, wie: die Methode der entsprechenden Wasserstände, Methode der Tendenz, Methode der Wasservorräte der Flussbetten u.s.w., kam, welche leicht anzuwenden und genügend genau sind.

Unsere Konferenzen können nur genauere Angaben der Anwendungsgrenzen machen und einige Verbesserungen der Anwendungstechnik der Vorhersagemethoden bringen.

D i s k u s s i o n e n

A.I.AFANASIEV (U.d.S.S.R.) unterstreicht die Notwendigkeit, dass man in der kurzfristigen Vorhersagemethode auf Grund der Wasservorräte aus den Flussbetten auch die Niederschläge die in der vorausgesagten Periode fallen oder in dieser ihre Wirkung ausüben, berücksichtigen soll. Für jedes Einzugsgebiet ist eine bestimmte Oberfläche vorhanden bis zu der die Wirkung der Niederschläge vernachlässigt werden könnte und über der die Niederschläge berücksichtigt werden müssen.

H.KRISCH (Osterreich) zeigt, nachdem er einige Einzelheiten der von ihm verwendeten Methode vorführt, dass die Genauigkeit der Methode für kleine Werte lo %, für mittlere Werte 5 % und für grosse Werte 3-4 % beträgt.

A.BECKER (Deutsche Demokratische Republik) interessiert sich ob bei der Anwendung der Methode auf Grund der Wasservorräte aus den Flussbetten die hydrotechnischen Arbeiten aus dem Einzugsgebiet berücksichtigt wurden und welches das Trennungskriterium der Jahreszeiten war.

C.DIACONU (Rumänische Volksrepublik) ist der Meinung, dass der Titel des allgemeinen Referats seinem Inhalt nicht entspricht, da die allgemeinen Methoden sich mit allen Phasen des Abflussregimes befassen.

Gleichfalls unterstreicht er die Notwendigkeit einer in der Zukunft engen Zusammenarbeit zwischen den Donauländern durch den Angabenaustausch, Veröffentlichungen und wissenschaftliche Ereignisse, die im Rahmen des Internationalen Hydrologischen Dezenniums für hydrologische Fragen aus dem Donaueinzugsgebiet veranstaltet wurden.

M.PODANI (Rumänische Volksrepublik) hob die Notwendigkeit einer gegenseitigen Benachrichtung mit Angaben und Vorhersagen zwischen den Donauländern hervor.

D.LĂZĂRESCU (Rumänische Volksrepublik) zeigt,dass die Titel der bei der Konferenz vorgeführten allgemeinen Referate einen konventionellen Charakter haben und stellen keine Klassifikation der Gebiete der hydrologischen Vorhersagen dar.

Indem A.Becker hinsichtlich der Anwendungsmodalität der Methode der Wasservorräte aus den Flussbetten geantwortet wurde, zeigte man, dass in den studierten Einzugsgebieten die hydrotechnischen Arbeiten keine bedeutende Wirkung auf das Regime ausübten, so dass sie nicht berücksichtigt wurden.Was die Jahreszeiten anbelangt, wurden sie folgendermasse eingeteilt: Frühjahr (IV - V), Sommer (VI - IX),Herbst (X - XI).

Der Referent ist mit den anderen Bemerkungen allgemeinen Charakters, die während der Diskussionen gemacht wurden, einverstanden.

DIE VORHERSAGE DER HOCHWÄSSER

G.Platagea [x)]

Die bei der Konferenz vorgeführten drei Arbeiten analysieren das Problem der Vorhersage des Höchstabflusses hinsichtlich der Donaunebenflüsse.

In der Fachliteratur werden die Aufgaben der Vorhersage auf den grossen Flüssen auf eine eingehendere Weise studiert.Die Aufgabe der Vorhersage des Abflusses (insbeseondere jener, die von Regen herrühren) auf den kleinen Flüsses wird (so wie die Verfasser der Arbeiten, die von mir hinsichtlich dieser Aufgabe rezensiert wurden, richtig zeigen) auf eine viel weniger eingehende Weise analysiert.

Es ist bekannt, dass bei der Bildung des Höchstabflusses zwei Kategorien von Faktoren mitwirken:

1. Konstante, oder in der Zeit wenig Veränderliche für das betreffende Einzugsgebiet unter die man folgende Charakteristiken des Einzugsgebietes zählt: Form und Oberfläche,das Gefälle, verschiedene Reliefformen, die Bewaldung, die Versumpfung des Bodens, die Vegetation u.s.w., und

2. In der Zeit veränderliche Faktoren: die Niederschläge (ihre Quantität, ihre Gebietsverteilung und ihre Verteilung in der Zeit, die Dauer und die Intensität) sowie auch der Feuchtigkeitsgrad des Einzugsgebietes, der seine Einsickerungseigenschaften bestimmt und folglich auch die Abflussverluste. Die Faktoren dieser zwei Kategorien stehen in engem Zusammenhang; in der Lösung der praktischen Aufgaben ist alles ziemlich schwierig abzuschätzen und manchmal sogar unmöglich. Dies wurde von W.Kresser in seiner Arbeit (II-3) richtig angedeutet.

x) Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest, Rumänien

Die Hydrologen aus verschiedenen Ländern versuchen bei der Lösung der praktischen Aufgaben hinsichtlich der Vorhersage des Höchstabflusses die kennzeichnendsten Faktoren in Betracht zu ziehen, die nicht nur den Bildungsvorgang des Abflusses im allgemeinen, sondern auch die konkreten physisch-geographischen Bedingungen aus dem betreffenden Einzugsgebiet, kennzeichnen.

Die Vorhersagearbeiten der Hochwässer die bei der Konferenz vorgeführt wurden berücksichtigen gleichfalls das oben genannte.

So zum Beispiel analysiert E.Schimo in seiner Arbeit "Die Möglichkeit der Vorhersage der Frühjahrsabflussmenge in den Einzugsgebieten der tschechoslowakischen Karpaten" (II - 2) die Möglichkeit der Vorhersage des Frühjahrsabflusses auf den Flüssen des betreffenden Gebietes auf Grund der umfassenden Abschätzung der konkreten physisch-geographischen Bedingungen und der Hauptfaktoren, die den Abfluss bilden. Die Auswahl der Hauptfaktoren wurde vom Verfasser der Arbeit auf Grund der Analyse der physisch-praktischen und statistischen Beweise durchgeführt. Unter die Hauptfaktoren zählt der Verfasser den Wassergehalt der Schneedecke oder seinen Beiwert in Vergleich mit dem Datum des Auftretens der Vorhersage, die Niederschläge aus der entsprechenden Frühjahrsperiode und den Beiwert der Einsickerungsfähigkeit des Bodens in Vergleich mit dem angeführten Datum. In den Einzugsgebieten mit schwach durchlässigem Boden, empfiehlt der Verfasser (als eine extreme Vereinfachung) das Volumen des Frühjahrsabflusses als Funktion der Schneeanhäufung während des Winters und der Niederschläge aus der Frühjahrsperiode zu bestimmen.

Indem man die Mängel der Beobachtungsangaben berücksichtigt, verweilt der Verfasser über der Aufgabe der indirekten Bestimmung des Wassergehaltes der Schneedecke.

Als erste Annäherung schlägt der Verfasser vor von den Daten

hinsichtlich der Dicke der Schneedecke auszugehen, indem man die Verminderung ihrer Dicke in der Zeit mit Hilfe der Beziehung

$$h_x = h_o x^{-0,3} \qquad \text{(nach I.Martinet)}$$

in Betracht zieht, wo:

h_o = die Anfangsdicke der Schneedecke;
h_x = die Dicke der Schneedecke nach x Tagen.

Die Anfangsdichte des Schnees wird von dem Verfasser = o,1 angenommen.

Der Verfasser zeigt aber sehr richtig, dass die Ausmasse der totalen Niederschläge während des Winters, wie genau es auch immer bestimmt ist, keinen befriedigenden Beiwert der Schneeanhäufung während des Winters in den Einzugsgebieten des betrachteten Gebietes, darstellt. Deshalb schlägt E. Schimo vor, den Wechsel der positiven und negativen Lufttemperaturen in Betracht zu ziehen, indem man den aus der Schneeschmelze hervorgegangenen Abfluss berücksichtigt. Der Verfasser geht von dem Beiwert der Schneeanhäufung η der von L.Serra vorgeschlagen wurde aus und der, als $\eta = \frac{|m|}{\Delta} 100\%$ bestimmt wurde, wo

m - der mittlere Wert der minimalen Tagestemperaturen;
Δ - die Differenz zwischen dem Mittelwert der maximalen Tagestemperatur der Luft (M) und dem Mittelwert der minimalen Tagestemperatur der Luft (m).

Indem man die ungleiche Verteilung der Niederschläge in der Zeit berücksichtigt benützt E.Schimo diesen Beiwert für kürzere Zeitintervalle und berechnet die totalen Niederschlagsverluste in der Zeiteinheit durch die Beziehung:

$$A_{kn} = Ak_{n-1} + X_n \eta - T_n \varphi$$

wo:

A_{kn} - der Beiwert der Schneeanhäufung für das betrachtete Zeitintervall (n);

A_{kn-1} - der Beiwert der Schneeanhäufung für das Zeitintervall (n-1);

X_n - die Summe der Niederschläge für das Zeitintervall (n);

T_n - die Summe der mittleren positiven Tagestemperaturen der Luft im Zeitintervall (n);

η - der Koeffizient der Schneeschmelze in mm bei $+1^{o}$/Tag.

Infolge des Nichtvorhandenseins der Beobachtungsangaben, wird der Koeffizient laut den Angaben aus der Fachliteratur φ = = 2,2 mm bei 1^{o+}/Tag, angenommen. Was die Feuchtigkeitssättigung des Einzugsgebietes betrifft, empfiehlt der Verfasser in Abwesenheit der Beobachtungsdaten, diese durch die Analyse des Abflusses während des Winters in einem ziemlich grossen Zeitintervall vor Beginn des Frühjahrsabflusses zu kennzeichen. Für die Bestimmung der Charakteristik der Einsickerungsfähigkeit (Einfrierungstiefen des Bodens) wird empfohlen am Anfang der Frühjahrsperiode die Summe der mittleren negativen Tagestemperaturen der Luft in der Periode, die der Winterperiode vorangeht, zu verwenden.

Im Zusammenhang mit dieser Arbeit muss die Tatsache hervorgehoben werden, dass ihr Verfasser sich nur auf die Analyse der theoretischen Wahrscheinlichkeiten der Vorhersage des Volumens des Frühjahrsabflusses beschränkt. Es wäre interessant zu sehen was für praktische Ergebnisse man bei der Vorhersage erhält, indem man die Hauptfaktoren durch die weiter oben erwähnten Methoden bestimmt.

Es kommt uns vor, dass im vorliegenden Fall die Ersetzung der quantitativen Angaben der Hauptfaktoren, insbesondere der Wassergehalt der Schneedecke durch ihre indirekten Beiwerte zu grossen Fehlern und folglich zu falschen Schlussfolgerungen führen kann, da es sich um eine Gebirgsgegend handelt. Ausserdem ist die Anfangsdichte des Schnees die gleich o,1 angenommen wurde konventionell, da die anderen

Verfasser sie auf verschiedene Art betrachten, was zu verschiedenen Werten des Abflussvolumens im Falle derselben Schneedecke führt. Die Aufgabe der Vorhersage der Hochwässer auf den kleinen Flüssen wird von W.Kresser in seiner Arbeit "Zur Hochwasservorhersage bei kleinen Gewässern (II-3) analysiert. Wenn man die Tatsache, dass derzeit die Aufgabe der Verwertung der kleinen Gewässer gestellt wird, berücksichtigt, erhält die Vorhersage des maximalen Abflusses auf diesen Flüssen eine immer grössere Bedeutung. Indem der Verfasser diese Tatsache in Betracht zieht, schlägt er auf Grund des Beispiels des Flusses Pielach am Pegel Hofstetten (das Einzugsgebiet liegt in der alpinen Zone Osterreichs) mit einer Oberfläche des Einzugsgebietes von F = 290 km^2 die Methode der Hochwasservorhersage, vor. Diese vorgeschlagene Methode begründet sich auf die Beziehung zwischen dem maximalen Abfluss des Flusses und der Quantität (Summe auf 3 Tage) der flüssigen und festen Niederschläge aus dem Einzugsgebiet, indem man die Feuchtigkeit und die Lufttemperatur in der Niederschlagsperiode berücksichtigt.

Die Niederschlagsmenge als Hauptfaktor der vorgeschlagenen Methode wird nach den Angaben der meteorologischen Stationen als arithmetischer Mittelwert bestimmt.

Die erhaltenen Beziehungen sind befriedigend (Abb.2,3,4/II-3). In Abbildung 2 wird die Beziehung zwischen dem maximalen Wasserdurchfluss (m^3/s) und der Summe der Niederschläge in den drei vorangehenden Tagen wiedergegeben. Die grosse Verstreuung der Punkte dieser Beziehung entsteht nach der Ansicht des Verfassers, wegen dem ungleichen Einfluss der Niederschläge aus verschiedenen Zonen, einerseits, und infolge der verschiedenen Schwere der Niederschläge der vorangegangenen Tage, als Ergebnis des verschiedenen Feuchtigkeitsgrades vor den Hochwässern, andererseits.

Indem er den verschiedenen Einfluss des Feuchtigkeitsgrades des Einzugsgebietes berücksichtigt, zeigt der Verfasser, dass die Niederschläge der vorangehenden Tage in der Bildung der

Hochwässer eine verschiedene Schwere besitzen und auf Grund der Verarbeitung des vorhandenen Materials, das von den direkten Beobachtungen stammt, gelangt er zur Schlussfolgerung, dass man die befriedigendste Beziehung zwischen dem maximalen Durchfluss (m^3/s) dann erhält, wenn für die 1 Tag vor dem Hauptregen gefallenen Niederschläge der Koeffizient o,7 und für die 2 Tage vor dem Hauptregen gefallenen Niederschläge der Koeffizient o,3 (Abb.3) angenommen wird. Die Ursache der grossen Fehler einiger Punkte in Abb.3 (II - 3) wird vom Verfasser auf Grund der Analyse der effektiven Angaben der Beobachtungen, erklärt. Er hat festgestellt, dass in diesen konkreten Fällen die Abweichungen von der Existenz der Schneedecke im oberen Teil des Einzugsgebietes und von der Schwankung der Lufttemperatur abhängt; den Durchfluss erhält man, bei kleinen Temperaturen und bei Niederschlagsfällen unter Form von Schnee, verkleinert, und umgekehrt, vergrössert, bei einer kleinen Niederschlagsmenge und bei hohen Lufttemperaturen.

Auf Grund des weiter oben dargelegten, drückt der Verfasser die allgemeine Beziehung unter folgender Form aus:

$$HQ = f\left(\bar{h}_{n,i} \sum_{i-n}^{i-1} \bar{h}_N,\ T_i S(T_i)\right) \qquad (1)$$

wo: HQ - der Höchstdurchfluss in m^3/s;

$\bar{h}_{Ni}$ - der Hauptregen im Zeitintervall i, in mm;

$\sum_{i-n}^{i-1} \bar{h}_N$ - der mittlere vorangehende gewogene Regen für das Zeitintervall von i - 1 bis i - n;

T_i - die Lufttemperatur während des Regens;

$S(T_i)$ - der Schneezustand im Zeitintervall i.

Alle Komponenten der Beziehung (1) wurden vom Verfasser unter der Form des Nomogramms aus Abb.4 (II-3) vereinigt.

Im ersten Quadranten des Nomogramms auf der Abszisse ist der Hauptregen im Zeitintervall i in mm eingetragen; im Punktefeld - die mittlere gewogene Niederschlagssumme der vorhergehenden Tage für das Zeitintervall von i - 1 bis 1 - n;

auf der Ordonate - die mittlere gewogene Niederschlagssumme im Zeitintervall von i bis i-n. Im zweiten Quadranten, ist auf der Ordonate die Dicke der Schneedecke in cm eingetragen, und im Punktefeld die Lufttemperatur; - auf der Abszisse - die Niederschlagssumme in mm, im Zeitintervall von ibis i-n, indem man die Schneeanhäufung- und schmelze berücksichtigt, wobei der Verfasser die Schneedichte bei der Bestimmung der Wasserdichte aus geschmolzenem Schnee,gleich o,2 annimmt.Im dritten Quadranten wird die Beziehung zwischen dem Höchstdurchfluss (m^3/s) und den mittleren gewogenen Niederschlägen wiedergegeben, indem man das Schmelzen oder die Schneeanhäufung berücksichtigt. Im vierten Quadranten wird die Durchflusskurve dargestellt.

Das ausgeführte Nomogramm gibt die Möglichkeit einergrossen Wirksamkeit betreffs der Vorhersage. Die weitere Präzision der Methode scheint uns im Sinne einer eingehenderen Analyse der Faktoren, die die Abflussverluste aus dem Einzugsgebiet bestimmen, als notwendig. Die konstanten Koeffizienten o,3 und o,7, die in dieser Methode für die vorher gefallenen Niederschläge adaptiert wurden, sind in irgendeinen Masse konventionell, da bei verschiedenen Feuchtigkeitsgraden des Bodens vor den Hochwässern die Schwere der Niederschläge aus dem vorhergegangenen Tagen in der Bildung des Abflusses verschieden sein wird;mit anderen Worten wird bei den gleichen, mittleren, gewogenen Niederschlägen und bei verschiedenen Feuchtigkeitsgraden des Bodens vor den Hochwässern, der Abfluss verschieden sein. Ausserdem, da es sich um kleine Einzugsgebiete, in denen die Regendauer grösser sein kann als die Fortbewegungszeit des Wassers durch das Flussbett bis zum betrachteten Querschnitt, handelt, wäre es interessant zu sehen was für ein Zusammenhang zwischen dem Höchstdurchfluss und den Niederschlägen,die ihn bilden (also jener Teil der Niederschläge der sich auf ein kürzeres Zeitintervall bezieht) besteht. In den kleinen Einzugsgebieten wiederspiegelt die Beziehung zwischen dem Höchstdurchfluss

und der Summe (mittlere, gewogene) der Niederschläge für 3 Tage nicht ganz gerecht, den physischen Kern des Vorgangs. Nach unserer Ansicht muss gleichfalls die Tatsache, dass in den Beziehungen der Berggebiete, in denen die Ungleichmässigkeit des Niederschlagsfalls, der, gewöhnliche Hochwässer hervorruft, sehr gross ist, die Annahme des arithmetischen Mittels eine Fehlerquelle in der Vorhersage sein kann, berücksichtigt werden.

Die Aufgabe der Vorhersage der Durchflusswellenfracht wurde von I.Prochazka in der Arbeit "Vorhersage der Durchflusswellenfracht im oberen Einzugsgebiet der Waag"(II-1) analysiert. Die Waag ist ein Gebirgsfluss, mit einer Oberfläche des Einzugsgebietes von F = 214o km^2.

Der vorgeschlagenen Methode liegt die Beziehung zwischen dem Abflussvolumen und dem Niederschlagsvolumen, indem man die vorhergehende Befeuchtung des Bodens berücksichtigt, zu Grunde.

Die Durchflusswellenfracht wird vom Verfasser nach den beobachteten Abflussganglinien des Zeitabschnittes 1921 - 196o, und das gefallenc Niederschlagsvolumen nach den Beobachtungsangaben an acht meteorologischen Stationen, als arithmetisches Mittel, bestimmt.

Der vorhergehende Befeuchtungsgrad des Bodens wird vom Verfasser in zwei Varianten, durch die Einschliessung in die Beziehung Y = f(x) der Veränderlichen (z), berechnet:

a) unter der Form der Tageanzahl zwischen zwei Hochwässern, und
b) unter der Form der Niederschlagssumme in einem lo-tägigen Zeitintervall, vor dem Beginn der Hochwässer.

Die erhaltenen Beziehungen (Abb.2,3/II-1) sind hinlänglich befriedigend und wiederspiegeln die Gesetzlichkeit des Vorgangs, insbesondere in der Variantc b, wo die vorhergegangene Befeuchtung des Bodens im Einzugsgebiet durch die Niederschlagssumme für lo Tage vor dem Beginn des Hochwassers,

berechnet wird. Die Methode erlaubt eine Vorhersage mit einer minimalen Vorwegnahme von 12 Stunden.

Die ziemlich grosse Verstreuung der Punkte der Wechselbeziehung muss in beiden Varianten unterstrichen werden. Indem wir den Gebirgscharakter des Einzugsgebietes und die Stellung der meteorologischen Stationen zwischen 600 - 1000 cm Höhe berücksichtigen, während die Wasserscheide im Norden und Süden in einer Höhenlage von 2000 m durchgeht, denken wir, dass man eine nachfolgende Präzisierung der Methode durch die Organisierung einiger Niederschlagsbeobachtungen in grossen Höhenlagen und durch die Bestimmung des mittleren gewogenen Niederschlagswertes im Einzugsgebiet, erhalten kann.

Die Methode ist für die Vorhersage der Durchflusswellenfracht, was bei der Ausnützung der Wasserkraftwerke von grosser Bedeutung ist, bestimmt. Auch ihre Erweiterung auf die Vorhersage des Durchflusses und des Wasserstandes,im Schlussprofil des Einzugsgebietes, wäre sehr interessant.

.*.

Als Schlussfolgerung möchte ich, indem man die wissenschaftliche und praktische Bedeutung der rezensierten Arbeiten hervorhebt, die Notwendigkeit einiger folgenden Studien bezüglich der Präzisierung der Vorhersagemethoden der Hochwässer im Falle kleiner Gewässer, unterstreichen.In dieser Richtung ist es sehr wichtig, dass für alle Einzugsgebiete sichere Angaben bezüglich der Hauptelemente des hydrometeorologischen Regimes, vorhanden sind. Dies bezieht sich insbesondere auf die Niederschläge und auf die Feuchtigkeitsbeiwerte der Böden. Es ist zum Beispiel leicht zu verstehn, dass die Organisierung der gebührenden Beobachtungen, dies wichtige Element, also die Schneedecke betreffend, eine sehr komplexe Aufgabe darstellt. Wir müssen jedoch erkennen, dass man nur durch direkte Messungen grössere Fehler, die in die Berechnung bei den indirekten Bestimmungen einbezogen werden, vermeiden kann.

Diskussionen

V.STĂNESCU (Rumänische Volksrepublik) vertritt einige Betrachtungen bezüglich des von der Schneeschmelze herkommenden Wasservolumens, wobei er verschiedene Verfahren für die Berücksichtigung der Bodenfeuchtigkeit, die den Abflusskoeffizienten beeinflusst, vorschlägt; diese Verfahren wären:

- die Berücktsichtigung nicht nur der Summe der Herbstniederschläge, sondern auch der Summe der positiven Temperaturen während des Winters, wobei diese die teilweise geschmolzene Schneeschichte kennzeichnen;

- die Einführung der Niederschläge aus der vorhergehenden Periode;

- die Einführung eines Parameters der die Schneeschmelze der vorhergehenden Periode kennzeichnen soll, wie zum Beispiel die Intensität (das Mittel) der positiven Lufttemperatur.

Die Voraussagezeit in der Frühlingsperiode ist eine Veränderliche, die von dem Verlauf der physischen Erscheinung der Schneeschmelze nach der Dynamik der Isolinie von $0^{o}C$, abhängt.

A.I.AFANASIEV (U.d.S.S.R.) ist der Ansicht, dass im Zusammenhang mit der Vorhersage der Hochwässer, die infolge der Schneeschmelze auftreten, zwei Aufgaben wichtig sind: 1) die Bestimmung des aus dem Schnee hervorgegangenen Wasservorrates in einem gewissen Punkt des Einzugsgebietes, und 2) die Interpolierung auf den Gelände.

Im Zusammenhang mit der ersten Aufgabe ist hervorzuheben dass die heutzutage verwandten Methoden ergeben den Vorrat in den Tälern und nicht auf den Abhängen und die auf den Abhängen verwendete Totalisatoren ergeben keine korrekte Werte; gegenwärtig werden perfektioniertere Methoden versucht, wie die Verwendung der Isotopen oder die mobilen Expeditionen.

Im Zusammenhang mit der zweiten Aufgabe, muss das Verhältnis zur Höhenlage unbedingt berücksichtigt werden; diese Verhältnisse müssen auch von den direkten Angaben, wie diejenigen die durch aerophotogrammetrische Erhebungen erhalten wurden, bestätigt werden.

Der Redner erklärte sich mit den seitens des rumänischen Delegierten V.Stănescu vorgeschlagenen Beiwerten einverstanden.

C.MOCIORNIŢA (Rumänische Volksrepublik) zeigt, dass die wichtigeren Faktoren, die in der Berechnung der von Regen gebildeten Hochwässer, im Rahmen der Forschungsanstalt für Wasserbau berücksichtigt werden, folgende sind: die Niederschläge, die Temperaturen, die Jahreszeit, der Durchfluss vor dem Hochwasser, die Feuchtigkeit des Bodens. Gleichfalls, zeigt er einige Bestimmungsverfahren dieser, wie: die Berechnung der mittleren Niederschläge und Temperaturen des Einzugsgebietes als gewogenes Mittel und die Auswahl als Beiwert der Bodenfeuchtigkeit, der Summe von 3o Tagen der mittleren gewogenen Tagesniederschläge des Einzugsgebietes, die von einem Koeffizienten, der die Entfernung des Tages im Vergleich zum Beginn des Hochwassers berücksichtigt, abhängen. Der Redner schlägt vor dass, für die Berechnung der Hochwässer, die aus Niederschlägen hervorgingen, auf 1 - 2oo km^2 im Falle wenn in den Einzungsgebieten Hügelland und Berge vorhanden sind und wenn diese der Grössenordnung von 5oo - 1ooo km^2 entsprechen, eine Pegelstation zukommen soll; gleichfalls ist es nötig, dass diese Pegelstationen innerhalb des Einzugsgebietes anschaulich verteilt sind.

W.KRESSER (Osterreich) schlägt eine Definition der kurzfristigen Vorhersagen in folgendem Sinne vor: die kurzfristigen Vorhersagen sind Vorhersagen, die sich auf die Vorgänge beziehen, die auf einer Teiloberfläche des Einzugsgebietes, vorsichgehen. Eine solche Vorhersage würde in den Bergen eine Voraussage von etlichen Stunden haben und in den grossen Einzugsgebieten sogar eine Woche.

Der Redner ist der Ansicht, dass für die Erleichterung des

Vorhersagedienstes angezeigt ist, dass die Beziehungen, Angaben nur von 1 - 2 repräsentativen Pegelstationen des Einzugsgebietes enthalten sollen.

V.DUMITRESCU (Rumänische Volksrepublik) führt einige Aspekte aus der Forschungstätigkeit der Forschungsanstalt für Wasserbau auf dem Gebiete der Vorhersage der Frühjahrshochwässer, vor. Die Qualität und die Effizienz der Vorhersagemethoden der Frühjahrshochwässer hängt in grossem Masse vom Kenntnisgrad der Schneeschichte ab; andere bedeutende Faktoren sind die Absorptionsfähigkeit des Bodens und die Schmelzfront des Schnees. Infolge vorhergehender Studien gelangte man zur Schlussfolgerung, dass die Typen der Vorhersagebeziehungen für die Hochlands-und Gebirgszonen im Vergleich zu den Zonen aus den Ebenen, verschieden sind.

G.PLATAGEA (Rumänische Volksrepublik) erklärt sich mit den vorgebrachten Gesichtspunkten einverstanden.

VORHERSAGEMETHODEN DES ABFLUSSES DER NIEDERWASSERPERIODE

J.Boisnard [x)]

Die Berichte welche ich Ihnen heute vortragen werde sind in der Anzahl von drei. Die Reihenfolge in welcher sie vorgetragen werden, steht nicht im Zusammenhang mit ihrer Bedeutung. Alle drei Berichte beziehen sich auf die Vorhersagemethoden der Durchflüsse in den Perioden der Niederwasser unter Berücksichtigung des Abfalls, der Wasservorräte des entsprechenden hydrographischen Einzugsgebietes. Dieser Bereich war schon früher Gegenstand zahlreicher Arbeiten. Um die Art in der sich die erwähnten Berichte in die aktuellen Beschäftigungen einreihen, erlauben sie mir dass ich ihre Aufmerksamkeit betreffs einiger Fragen allgemeiner Ordnung beanspruche. Die Vorhersage der Periode der Niederwasser erstreckt sich auf eine Vorausnahmeperiode welche im allgemeinen die Fortpflanzungszeit des Wassers durch das Flussystem weit überschreitet. Unter diesen Bedingungen werden die Durchflüsse die vorhergesagt werden sollen, von drei fundamentalen Faktoren bestimmt:

1. dem Wasservorrat des Einzugsgebietes im Augenblick der Ausarbeitung der Vorhersagen;
2. das Erschöpfungsregime dieses Vorrates;
3. zusätzliche Wasserzuflüsse in der Vorausnahmeperiode.

Von diesen drei Faktoren sind die ersten beiden Anfangsfaktoren, letzterer ist ein nachträglicher Faktor, dessen Bestimmungsschwierigkeiten gut bekannt sind.

Um diese Schwierigkeiten zu umgehen stützen sich die Vorherhersagemethoden der minimalen Durchflüsse im allgemeinen

x) Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest, Rumänien

auf die Analyse des Wasserabflusses aus den Vorräten des Einzugsgebietes, nach der Einstellung jedwelchen äusseren Wasserbeitrags.

Es gibt zwei wesentlich verschiedene Wege, was ihr Prinzip anbelangt, um dieseAufgabe zu lösen. Der erste Weg besteht in der Untersuchung des gesamten hydrologischen Vorganges, der zweite stützt sich auf eine tiefergehende Analyse der erzeugenden Faktoren des Abflusses, und ihrer gegenseitigen Abhängigkeit. Trotz der Schwierigkeiten wurden wichtige Forschungen auf diesem zweiten Weg angegangen, der einzige der sich, absolut offenkundig, auf streng wissenschaftliche Voraussetzungen stützt.

Bei der letzten Generalversammlung der UGGI (Berkeley 1963) haben zahlreiche Mitteilungen, insbesondere die Beziehungen zwischen den Oberwässern und Grundwässern analysiert.

So z.B. gibt A.I.Subbotin eine in der U.d.S.S.R. mit Erfolg angewendete Methode der Ausarbeitung der Vorhersagen auf eine Dauer von mehreren Monaten, mit Hilfe der Beziehungen zwischen dem Stand der Grundwasser, und den Durchflüssen in der Periode der Niederwasser; H.C.Riggs (U.S.A.) gibt - vom Einfluss der Effekteder verschiedenen wasserführenden Schichten auf die Abfallskurven ausgehend - eine Methode der syntetischen Konstruktion dieser Kurven; Gy.Kovacs (Ungarn) beschäftigt sich mit den Beziehungen zwischen den Niedrigwassern des Herbstes und dem Regime des Grundwassers; H.Dieler (Deutschland) legt, die durch das Studium der gegenseitigen Wirkung zwischen dem Oberwasser und den wasserführenden Schichten auf dem Rhein erhaltenen Ergebnisse, dar; P.I.Wemelsfelder (Holland) untersucht das Problem der Persistenz der Durchflüsse in Beziehung mit den unterirdischen Wasservorräten und legt auch bei der II.Konferenz der Donauländer bezüglich der hydrologischen Vorhersagen einige interessante Aspekte, die Vorhersage der Durchflüsse auf dem Rhein betreffend, vor (Graz 1963).

Die grossen Schwierigkeiten, welche durch die Anwendung der

Methoden, die sich auf das genetische Studium der hydrologischen Vorgänge stützen berücksichtigend, ist es selbstverständlich dass parallel mit diesen Methoden eine grosse Anzahl von Arbeiten einer besseren Anwendung der empirischen Methoden gewidmet werden.

Wie bekannt ist, bestehen diese in der Konstruktion der Abfallskurven der gesamten Abflusskurve, auf Grund der Angaben über die Durchflüsse der Trockenperioden. Die Erfahrung hat gezeigt, dass in vielen Fällen, diese Kurven am besten mit Hilfe der Exponential - oder hyperbolischen Funktionen beschrieben werden können.

Die meist angetroffenen Formen sind:

Für die Exponentialfunktionen:

$$Q(t) = (Q_o - q)\, e^{-kt} + q \qquad (1)$$

wo Q = der Anfangsdurchfluss, q = der Grunddurchfluss, t = Zeit und k = Anpassungskoeffizient

$$Q(t) = Q_o\, e^{-kt^n} \qquad (2)$$

welche einen zusätzlichen Anpassungskoeffizient "n" einführt.

$$Q(t) = Q_o\, e^{-kt} \qquad (3)$$

welches eine der ältesten Formels ist, die wir Maillet (1905) verdanken.

Für die hyperbolischen Funktionen:

$$Q(t) = \frac{\alpha}{t^n} + q \qquad (4)$$

wo α und n sind Anpassungskoeffizienten.

Die Beziehungen (1) und (4) mit freien Gliedern beziehen sich auf Wasserläufe mit grossen unterirdischen Vorräten

oder welche von Gletschern oder ewigen Schneen gespeisst werden, der Grundabfluss nähert sich hier assymptotisch einem konstanten Wert.

Die nötige Grundbedingung bei der Benützung der Abfallskurven, für die Ausarbeitung der Vorhersagen, ist ihre Stabilität, dies ist übrigens die meist diskutierte Seite der Methode.

Die Abfallskurve der gesamten Abflusskurve ist die Synthese der Abfallskurven des Oberflächen - Abflusses, des hypodermischen Abflusses und des unterirdischen Abflusses, wobei jede dieser drei Komponenten ihre eigenen Charakteristiken des Abflusses hat.

Das Verhältnis in dem diese Komponenten an der Bildung des Gesamtdurchfluss teilnehmen ist infolge der Unstabilität der Abfallskurven, veränderlich. Gewöhnlich verwendet man genügend einfache Annäherungsmethoden bei der Aufzeichnung der mittleren Abfallskurve. Z.Kaczmarek (Polen) und letztens E.S. Gumbel (U.S.A.), ersterer in seiner Arbeit, vorgetragen bei der Konferenz für Vorhersagen, Budapest 1961, und zweiter 1963 in den U.S.A.[x], haben durch die Anwendung der Methoden der statistischen Mathematik bei der Bearbeitung der Daten, Methoden welche von M.B.Fiering (U.S.A.) [xx] 1964, für die Anwendung elektronischer Rechenmaschinen angepasst wurden, wichtige Beiträge gebracht.

Es muss noch der von K.Szesztay gehaltene Vortrag (bei der Konferenz für hydrologische Vorhersagen Budapest 1961) erwähnt werden, welcher in die Wechselbeziehung zusätzliche Korrektionsfaktoren einführt (Q_{min} lo Tage vor der Vorhersage, und Wechselbeziehungen mit den entsprechenden Wasserständen von Flussaufwärts).

---

x) E.S.Gumbel: Statistical Forecast of Droughts, Bul.AIHS, VIII - 1963.

xx) M.B.Fiering: A Markov Model for Low-flow Analyses. Bul. AIHS, IX - 1964.

Ich möchte mit dem Vortrag der Mitteilung von M.Balco beginnen. Dieser Vortrag beschäftigt sich mit der Anwendung auf eine konkrete Lage, der obere Lauf der Waag beim Pegel Liptowski Mikulasch, einer Vorhersagemethode der Perioden von Niederwasser auf Grund der Trennung der Komponenten des gesamten Abfallhydrographen. Der Verfasser lässt die grundlegende Hypothese zu, dass der Punkt der maximalen Krümmung der Abfallskurve dem Zeitpunkt der Trennung des Oberflächenabflusses vom unterirdischen Abfluss entspricht. Die Koordonaten (Q_c, t_c) dieses Punktes müssen folglich dem minimalen Krümmungsradius entsprechen.

Auf Grund der vorhergehenden Arbeiten des Autors, können die Abfallskurven auf dem Territorium der Tschechoslowakei durch eine Exponentialgleichung folgender Form annähernd bestimmt werden

$$Q_t = Q_o e^{-\alpha \sqrt{t}} \qquad (5)$$

Durch die Berechnung für aufeinanderfolgende Querschnitte (der Abfallskurve) der Werte des Krümmungsradiuses aus der Beziehung

$$r = \frac{(1 + Q'^2)^{3/2}}{Q''} \qquad (6)$$

konnten die Veränderungskurven des Krümmungsradius (α) in der Zeit, für verschiedene Werte des Parameters (q) graphisch dargestellt werden (Siehe Abb.1). Die Zeit (t_c) welche den Augenblick der Trennung des Oberflächenabflusses vom unterirdischen Abfluss gibt ist durch das Minimum dieser Kurven bestimmt.

Die Werte (t_c) erlauben die Ableitung, der diesen Werten entsprechenden Durchflüsse (Q_c) für verschiedene Werte des Paramaters α und die Aufstellung, auf diese Art, einer Beziehung zwischen Q_c und α :

$$Q = \frac{3,95322}{\alpha \log e} \qquad (7)$$

Diese Werte in der Beziehung (1) eingesetzt, ergeben den Ausdruck:

$$t_c = \frac{\log^2 \frac{Q_o}{Q_c}}{(\alpha \log e)^2} \qquad (8)$$

Für den konkreten Fall - die Waag beim Pegel Liptovski Mikulasch, mit einem hydrographischen Einzugsgebiet von 1106,4 km^2 kommt man durch die Anwendung der oben erwähnten Beziehungen zu der Schlussfolgerung, dass die Trockenwetterganglinie durch Abschnitte der Abfallskurven dargestellt sind, mit Werten kleiner als 50 m^3/s und mit α (Mittelwert) gleich 0,114.

Für die Trockenwetterganglinie ergibt sich der Ausdruck:

$$Q_{unt} = 324\ e^{-0,114\sqrt{t}} \qquad (9)$$

Diese Beziehung kann bei den Vorhersagen der Niedrigwasserperioden mit der Bedingung der Kenntnis des Höchstwertes des unterirdischen Abflusses die vom Verfasser im Augenblick des Scheitelwertes des Hochwassers betrachtet wurde, und die den Ausgangspunkt der Trockenwetterganglinie darstellt, verwendet werden.

Dieser Wert ergibt sich aus der Hinzufügung des Durchflussüberschusses (ΔQ_{unt}) zum Grundzufluss, die der Versorgung der unterirdischen wasserführenden Schichten zur Zeit des Hochwasseranstiegs, zu verdanken ist. In Übereinstimmung mit den vorhergegangenen Arbeiten des Verfassers, kann der Durchflussüberschuss in Funktion des Scheiteldurchflusses des Hochwassers (Q_k) und des Grunddurchflusses (Q_H) entsprechend der Beziehung:

$$\Delta Q_{unt} = 3,5492\ Q_{ober}^{0,4890}\ Q_H^{-0,1968} \qquad (10)$$

erhalten werden.

Die Aufeinanderfolge der, für die Ausarbeitung der Vorhersagen nötigen Operationen, kann in Abb.3 verfolgt werden. Das Schema der Operationen der Hochwässer mit zwei Scheitelwerten, wird in Abb.4 veranschaulicht.

Indem er eine Zahl von 74 Regenhochwässer, die zwischen 1921 und 1964 (April-September) erschienen sind, analysiert, gelangt der Verfasser zur Schlussfolgerung, dass die Methode mit guten Ergebnissen für die lo-tägigen Vorhersagen anwendbar ist, wobei sie nach dieser Zeitperiode für aufeinanderfolgende Zeitabschnitte von je 5 Tagen, fortgesetzt wird. Abb.5 stellt die Wechselbeziehung zwischen den reellen und berechneten Durchflüssen für eine Dauer von lo Tagen dar, und in Abb.6 wird die Wechselbeziehung für eine Dauer von 5 Tagen, indem man mit dem lo.Tag beginnt, veranschaulicht. Die Genauigkeit der Ergebnisse wird in der Tabelle 3 und 4 wiedergegeben.

In erster Reihe möchte ich die Bedeutung der Studien hinsichtlich der Möglichkeit der Erörterung der Vorhersageaufgaben der Niederwasserperioden, indem man von der Analyse der Komponenten des Gesamtabflusses ausgeht, unterstreichen. Einige Aspekte der, vom Verfasser verwendeten Verfahren, benötigen jedoch einige zusätzliche Erläuterungen.

In erster Reihe wäre es interessant, was das verwendete Verfahren bei der Trennung der Trockenwetterganglinie vom Rest der Abfallskurve betrifft, die Erwägungen, die den Verfasser veranlasst haben, als Trennungspunkt auf der Abfallskurve den, der maximalen Krümmung entsprechenden Punkt zu bestimmen, zu kennen. Es ist leicht zu zeigen, dass der Anpassungskoeffizient, der die Kurve bestimmt, in umgekehrtem Verhältnis zu der, vom Wasser zurückgelegten Zeit, um zum Schlussprofil zu gelangen, ist.

Indem jede Komponente des Durchflusses der Abflusskurve zum Schlussprofil auf verschiedenem Weg gelangt, werden die Abfallskurven des Oberflächenabflusses, des hypodermischen Abflusses und des unterirdischen Abflusses ihre eigenen Charakteristiken haben. Die Abfallskurve der gesamten Abflusskurve wird die Zusammenfassung dieser verschiedenen elementaren Abfallskurven darställen. Der maximale Krümmungspunkt der Gesamtkurve wird folglich von den veränderlichen Grössenverhält-

nissen mit der jede Komponente an dem Gesamtdurchfluss teilnimmt, abhängen.

Derart, kann die maximale Krümmung viel vor dem Beginn der Versiegung stattfinden, im Falle in dem der Einfluss des hypodermischen Abflusses sich auf bestimmende Weise im Verlauf der Abfallskurve bemerkbar macht.

Indem wir die Tatsache berücksichtigen, dass der Abflussteil der den hypodermischen Abfluss darstellt, wichtige Werte (bis zu 8o% des Gesamtdurchflusses, in gewissen Fällen) erreichen kann, wäre es gut die Rechtsbedingungen des angenommenen Kriteriums für die Trennung der Komponenten der Abflusskurve, zu kennen.

Zweitens, wäre es interessant über zusätzliche Informationen betreffs der vom Verfasser angenommenen Voraussetzung und zwar, dass der maximale unterirdische Durchflusswert gleichzeitig mit dem Scheitelwert des Hochwassers vorsichgeht, zu verfügen.

Im allgemeinen wird ein Zurückbleiben des oberirdischen Abflusses in Bezug auf den unterirdischen Abfluss Tatsache die in Übereinstimmung mit dem physischen Vorgang ist, beobachtet. Die Ergebnisse der auf diesem Gebiet durchgeführten Arbeiten und die ich nur zusammenfassend am Anfang meines Berichtes aufgezählt habe, erlauben uns die Verwendung der aus den Beobachtungen betreffs der wasserführenden Schicht stammenden Angaben, als sehr nützlich für die Erläuterung dieser Aufgabe der Vorhersage der Niederwasserperioden, abzuschätzen.

Der von Iwan Kunsch vorgeführte Bericht zeigt die erhaltenen Ergebnisse durch die Verwendung der Abfallskurven der gesamten Abflusskurve an den Flüssen der Tschechoslowakei. Die verwendete Beziehung ist eine doppelte Exponenzgleichung die in dem Bericht von Balco vorgeführt wurde, und die für die Flüsse welche das Thema des Studiums von Kunsch darstellen, als gültig gefunden wurde. Unter diesen Flüssen befindet sich auch der Fluss Waag am Pegel Liptovski Mikulasch

der das Thema des Studiums von Balco darstellt. Für die Bestimmung der Vorhersagebeziehungen verwendet der Verfasser zwei Methoden:

Die erste besteht in der Bestimmung mit Hilfe der logarithmischen Anamorphoseverfahren des Abflusskoeffizienten β also der Exponent der Ordungszahl 1 der exponentialen Beziehung. (Der Exponent der Ordnungszahl 2 hat einen konstanten Wert auf dem ganzen Gebiet des Landes, gleich o,5). Die erhaltenen Beziehungen werden in Tabelle 3 wiedergegeben.

Da die Ergebnisse nicht befriedigend waren, sogar durch die Ausarbeitung für verschiedene Abfallsperioden separater Beziehungen, hat der Verfasser versucht lineare Wechselbeziehungen zwischen den aufeinanderfolgenden Werten der Durchflüsse die in undimensionellen Grössen ausgedrückt sind (auf die Höchstwerte der Durchflüsse bezogen), aufzubauen. Ein Beispiel kann man in Abb.2 sehen. In Abb.4 werden die Koeffizienten der Wechselbeziehungen zwischen verschiedenen Kombinationen der aufeinanderfolgenden Werte, wiedergegeben. Der Verfasser nimmt an, dass diese Werte ziemlich nahe Wechselbeziehungen anzeigen, was ihre Verwendung bei den Vorhersagen der Niederwasser rechtfertigt. Es wurden auch Wechselbeziehungen aufgebaut, die Beziehungen zwischen drei aufeinanderfolgenden Werten ausdrücken (Abb.3). Was die Donau bei Bratislava betrifft, können die, für einen Zeitunterschied von 5 - 7 Tagen bestimmten Wechselbeziehungen, nach der Ansicht des Verfassers, einen grösseren Genauigkeitsgrad erreichen, wenn man als zusätzliche Veränderliche die Dauer der vorhergegangenen Periode, in der die Wasserstände den registrierten Wasserstand im Augenblick der Ausarbeitung der Vorhersage überschritten haben, verwendet.

Ausser den Beobachtungen die wir hinsichtlich der Bestimmung der Abfallskurven gemacht haben muss noch hervorgehoben werden, dass sich die zwei Verfahren inhaltlich nicht unterscheiden. Die lineare Regression zwischen den aufeinanderfolgenden Werten ist eine abgeleitete Form der Exponential-

beziehung indem wir den Wert $e^{-\beta\sqrt{t}} = a$ als konstant annehmen, wodurch wir

$$Q_2 = aQ_1 \qquad (11)$$

erhalten.

Als Folge könnte die Differenz der Ergebnisse zwischen den zwei Verfahren entweder durch die verschiedene Art der Aufzeichnung der Regressionsgeraden in den zwei Verfahren, oder dadurch dass die Abfallskurven durch die angenommene Exponentialfunktion nicht genügend gut dargestellt sind erklärt werden. Andererseits, könnte die Regression eher das Ergebnis der Umwandlung einer Exponentialfunktion mit einem freien Glied, anzeigen. Ich möchte noch, hinsichtlich des Flusses Waag am Pegel Liptovski-Mikulasch hervorheben, dass die zwei Berichte für den Anpassungskoeffizient verschiedene Werte (= o,174 - o,235 im ersten Bericht und o,434 im zweiten) verwenden. Vielleicht könnten die Verfasser uns in dieser hinsicht aufklären.

Der dritte Bericht von D.Lăzărescu zeigt ebenfalls eine Anwendung der linearen Regression, diesmal hinsichtlich des mittleren Monatsdurchflusses der Donau bei Oltenița.
Die Hauptbeziehung ist eine Exponentialfunktion mit freiem Glied, die für die aufeinanderfolgenden Durchflüsse uns zum Ausdruck

$$Q_2 = aQ_1 + (1-a)\mathbf{q} \qquad (12)$$

führt, wo $\mathbf{q}$ = der Hauptdurchfluss und $a = e^{-kt}$.

Der Verfasser hat nur die Werte mit Abweichungen unter lo % im Vergleich zu den Werten des vorangegangenen Monats in Betracht gezogen um die Werte, die vom zusätzlichen Wasserbeitrag stark beeinflusst werden, auszuscheiden. Die Werte die das Thema der Vorhersagen darstellen, sind die Werte der sicheren Durchflüsse und selbstverständlich können die Beziehungen nur für die Periode Juli-Februar aufgebaut werden.

Ein Beispiel der Wechselbeziehung wird in Abb.1 veranschaulicht. Nach der Ansicht des Verfassers können die Wechselbeziehungen als ziemlich eng angenommen werden,um bei den Vorhersagen verwendet zu werden. Auf Grund einer Analyse der Fehler, gelangt der Verfasser zur Schlussfolgerung,dass die Methode Ergebnisse, die mit denen die durch die Methode der Wasservorräte im Flussnetz vergleichbar sind, gibt,und dass sie mit annehmbaren Ergebnissen sowohl bei der Vorhersage der Monatsdurchflüsse des gleichfolgenden Monats (mit Fehlern unter 2o%), als auch für die Vorhersage der Wasserstände für den zweiten Monat (mit Fehlern bis zu 25%),angewandt werden kann.

Das, vom Verfasser gewählte Verfahren rührt von der Methode der Abfallskurven der Gesamtabflusskurve her,deren bedeutendere Aspekte wir unterstrichen haben.

Die Wahl einer Beziehung mit freiem Glied ist für die Donau bei Oltenița, wo man ständig auf einen bedeutenden Hauptdurchfluss rechnen kann, gerechtfertigt.Die durch die Beziehung (12) ausgedrückte Regression kann nur im Falle, wenn q eine Konstante ist, als linear betrachtet werden.Die Jahreswerte des Mindestdurchflusses der Donau weisen jedoch wesentliche Schwankungen in den verschiedenen Jahren auf, was anzeigt, dass auch die Werte des Hauptdurchflusses von einem Jahr zum andern sich verändern. Der Einfluss dieser Schwankungen bezüglich der Genauigkeit der vorgesehenen Durchflusswerte, wären nicht interesselos.

Eine solche Analyse könnte, indem man die Beziehung (12) unter der Form:

$$(Q_2 - q) = a(Q_1 - q)$$

schreibt, gemacht werden wo q die Werte der Durchflüsse aus jedem Jahr darstellen würde. Selbstverständlich könnten die Wechselbeziehungen zwischen den Hauptdurchflüssen und den unterirdischen Wasserständen nützlich sein, wenn man über die nötigen Angaben verfügen würde. Ich möchte noch einen

Aspekt hinsichtlich der zwei letzten Berichte unterstreichen.

Wie hervorgehoben wurde, zeigen diese Berichte die Ergebnisse der Anwendung einiger Methoden, die sich auf die Abfallskurve der Gesamtabflusskurve stützen bei konkreten Situationen ohne auf die Analyse der Komponenten des Gesamtabflusses zurückzukommen. Im allgemeinen wurden viele derartige Anwendungen gemacht. Um abzuschätzen wie interessant die erhaltenen Ergebnisse sind, müsste man die einzelnen Aspekte des studierten Falles und wodurch sie sich von den allgemeinen Bedingungen unterscheiden, kennen, um auf diese Weise die Gültigkeit der erhaltenen Ergebnisse mit Hilfe dieser vereinfachten Methode erklären zu können. Wahrhaftig, beruht das relative Interesse, das von den verschiedenen Ergebnissen, die durch die Verwendung dieser Methode erhalten wurden, gezeigt wird, nicht so auf den Einzelheiten ihrer Anwendung oder auf ihrer Untersuchung auf experimentellem Weg, für einige Fälle, wie auf dem ausführlichen Studium des Gültigkeitsbereiches jeder dieser Methoden und ihrer Anwendungsgrenzen. Wir können folglich hoffen, dass die Verfasser sich in den Diskussionen betreffs der Referate so viel als möglich auf dieses Thema beziehen werden. Berücksichtigen wir, dass für den Fall der Waag am Pegel Liptovski-Mikulasch eine gewisse Grundlage für eine solche Diskussion, vorhanden ist, da für diese Pegelstation zwei Berichte vorgeführt wurden: einer in dem eine Vorhersagemethode die auf Grund der Analyse der Durchflusskomponenten aufgebaut wurde, behandelt wird, wobei der andere sich nur auf die Gesamtwerte der Durchflüsse der Abflussabfallskurve stützt.

Im Abschluss meines Berichtes könnte ich nur hinsichtlich der Bedeutung der Vorhersage der Niederwasserperioden beharren. Das Hauptinteresse das den Vorhersagemethoden der Hochwässer gewahrt wurde, die sich einer grösseren Bedeutung erfreuen, wird durch die Tatsache erklärt, dass es bedeutender war sich gegen die vernichtende Wirkung der Uberschwemmungen zu schützen, als die Wasservorräte zu verwenden.

Trotzdem ist es absolut klar, indem wir die wachsende Bedeutung der verbrauchten Wassermengen für die Befriedigung der Bedürfnisse der Bevölkerung, der Industrie und der Landwirtschaft berücksichtigen, Tatsache die zu immer engeren Bilanzen zwischen der notwendigen und verfüglichen Wassermenge führt, dass die Vorhersagen der Durchflüsse in den Perioden der Niederwässer wenigstens gleichbedeutend sind wie auch die anderen Vorhersagekategorien. In dieser Hinsicht kommen den Hydrologen bedeutende und schwierige Aufgaben zu.

Diskussionen

M.BALČO (Sozialistische Republik Tschechoslowakei) bezieht sich auf einige Teile seiner Arbeit, wobei er auf zwei Fragen näher eingeht, und zwar auf die Trennung zwischen der Abfallskurve und der Trockenwetterganglinie und auf das Zusammentreffen der oberflächlichen und der unterirdischen Kulmination.

C.MOCIORNIȚĂ (Rumänische Volksrepublik) ist der Ansicht dass die Methode der Trockenwetterganglinien zu annähernden Ergebnissen führt, infolge des Subjektivismus, der bei der Trennung des unterirdischen Hydrographen von dem oberflächlichen einschreitet und infolge der Unmöglichkeit der Synthetisierung des Einflusses aller Faktoren durch den Exponenten α.

Der Redner lenkt die Aufmerksamkeit auf die Tatsache, dass die Bestimmung der theoretischen Abfallkurve nur für denjenigen Teil des Hydrographes gemacht werden muss, der den unterirdischen Abfluss wiedergeben würde und nicht für die ganze Abfallskurve.

J.BOISNARD (Rumänische Volksrepublik) : Die Richtigkeit der in der Vorhersage der Mindestdurchflüsse durch die Verwendung der Abfallskurven der gesamten Abflusskurve erhaltenen Ergebnisse, unterstreicht der Referent, hängt von der Möglichkeit die Komponente dieser Kurven zu trennen und insbesondere die Trockenwetterganglinie genau zu bestimmen.

Die geführten Diskussionen und die seitens der Verfasser gegebenen Erklärungen bezüglich dieser Aufgabe erlauben uns anzunehmen, dass die verschiedenen graphischen und analytischen Trennungsmethoden der Abfallskurven, indem man nur ihre Form in Betracht zieht, mehr oder weniger willkürlich sind.

Die Organisierung systematischer Forschungen bezüglich der

Komponenten des Abflusses werden zu einer besseren Kenntnis des Vorganges beitragen und auf diese Art durch die Einführung zusätzlicher Parameter hinsichtlich dieser Komponenten werden neue Perspektiven in der Anwendung der Methode möglich sein.

DIE HYDRAULIK DES ABFLUSSES UND FLUSSBETTVORGÄNGE

D.Cioc [x)]

Für die Ausarbeitung der hydrologischen Vorhersagen greift man immer häufiger zu den Methoden der Flusshydraulik.Diese Tendenz ist gänzlich rechtfertigt indem man in Betracht zieht dass neben den oberflächlichen Vorgängen, die zur Bildung der Hochwässer beitragen, den Vorgängen, die sich in den Flussbetten zutragen und die als Ergebnis Umformungen, der Hochwassercharakteristiken haben, die manchmal von grossen Bedeutung sind, eine bedeutende Rolle in der Bildung der Durchflüsse und vor allem der Wasserstände zukommt.

Dies ist vor allem der Fall bei den grossen Flüssen,die einen grossen Querschnitt aufweisen, in deren Flussbett die Hochwasserwellen während ihrer Fortpflanzung bedeutenden Umformungen unterworfen sind, Umformungen die infolge der Wasserstauung und anderer sekundärer Vorgänge hervorgerufen wurden. Der Vorgang der Fortpflanzung der Hochwasserwellen wurde eine klassische Aufgabe der Flusshydraulik und gleichzeitig der Hydrologie.

Der leicht veränderliche Charakter der Wasserbewegung während der Hochwasserwellen weist auf die Verwendung der Gleichungen von Saint Venant hin, welche neben den Anfangsbedingungen und in den Grenzen des Vorganges uns vom theoretischen Standpunkte aus, die Lösung der Aufgabe geben.

Die Berechnungen sind jedoch so schwierig, dass man schon vor einigen Jahren in einigen ziemlich bekannten hydrologischen Arbeiten lesen konnte,dass die Integrierung der Gleichun-

x) Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest

gen von Saint Venant in der Praxis, nur in den ziemlich einfachen Fällen, die folglich von nicht besonderen Interesse sind, anwendbar ist.

Deshalb wurden die sogenannten "hydrologischen" Methoden, die aus den Gleichungen von Saint Venant nur die Gleichung der Kontinuität als Grundlage benützen, während die Gleichung der Bewegung nur auf indirekte Weise verwendet wird, ausgearbeitet.

In diese erste Kategorie, die sich gleichzeitig auf die Hydraulik so wie auch auf die Hydrologie beziehen, zählen die Methoden die von McCarthy, Kalinin und Miliukov und anderen ausgearbeitet wurden, Methoden die gleichzeitig hydraulische und hydrologische sind.

Ich schliesse in diese Klassifikation die rein hydrologischen Methoden, die die Wechselbeziehungen oder die direkten Veränderungen der Abflussganglinien und die eine separate Kategorie, die zweite Kategorie, darstellen, nicht ein.

Schliesslich gehören die eigentlichen hydraulischen Methoden die zur Integrierung der Gleichungen von Saint Venant, verwendet werden, der dritten Kategorie an.

Die Arbeiten von Massau, Hristianovici, Ghildenblat, Craya, Stoker, Nougaro, Thirriot und anderer und gleichfalls die Arbeiten die wir in Zusammenhang mit der Eindämmung der Donau und anderer Wasserläufe durchgeführt haben, zeigen, dass diese Methoden, die vor allem mit Hilfe der elektronischen Rechenmaschinen angewandt wurden, für die Berechnung der Fortpflanzung der Hochwasserwellen leicht verwendet werden können. Die Berechnungsdauer der Fortpflanzung einer Hochwasserwelle längs einiger hundert Kilometer beträgt heute einige Minuten in Abhängigkeit von der Berechnungsgeschwindigkeit der elektronischen Rechenmaschinen, sowie der verwendeten Methoden.

In diesem Falle kann man die hydraulischen Methoden für die kurzfristigen Vorhersagen und zusammen mit den allgemeinen

Methoden für die Ausarbeitung der langfristigen Vorhersage leicht verwenden.

Was die Anwendung der hydraulischen Methoden betrifft, müssen wir einigen Aspekten eine aussergewöhnliche Bedeutung zuschreiben:

Um Ergebnisse zu erhalten, die die Anwendung der Methoden rechtfertigen, Methoden die sich auf die Integrierung der Gleichungen von Saint Venant begründen, muss ein ziemlich genaues mathematisches Modell des Vorganges gebaut werden, also müssen wir umfangreiche Kenntnisse betreffs des natürlichen Regimes sowie auch betreffs der geometrischen Formel besitzen, Kenntnisse die viel ausführlicher sein müssen als in anderen Berechnungsvorgängen, wobei sie dadurch zusätzliche Ausgaben benötigen.

Allerdings muss dieses mathematische Modell zusammen mit dem Algorithmus und dem Programm der elektronischen Rechenmaschine ein für allemal festgesetzt werden, und diese Tatsache benötigt einen Zeitverlust und zusätzliche Kosten.

Schliesslich müssen wir für eine vorteilhafte Verwendung der hydraulischen Methoden unbedingt über eine elektronische Rechenmaschine verfügen.

Dies sind die Gründe, für die wir gezwungen sind anzunehmen, dass man jetzt nicht zu einer Verallgemeinerung der Verwendung in der Praxis der hydraulischen Methoden schreiten kann, indem man die modernen technischen Berechnungsmittel verwendet und indem man gleichzeitig den Methoden, die in die erste und zweite Kategorie zugeteilt wurden und die den Vorteil aufweisen, dass sie in vielen Fällen sehr einfach sind, eine ständige Aufmerksamkeit schenken muss. Laut der Idee die ich dem Referat von Swoboda entnehme, müssen wir auch einige genügend einfache mechanische Vorrichtungen durchführen, um die Anwendung der hydrologischen Methoden noch mehr zu erleichtern.

Für die umfassenden Aufgaben bei den grossen Flüssen müssen

wir danach trachten, die Anwendung der hydrologischen Methoden zu ermöglichen, da sie die Ausarbeitung der Vorhersagen für einen ziemlich umfassenden Bereich sichern.

Ein Bereich in dem die hydraulischen Methoden fast unerlässlich sind, ist derjenige der Voraussicht des Hochwasserregimes in den Flussbetten, die durch Eindämmungen und Kanalisierung umgeformt wurden. In diesem Fall sind die hydraulischen Methoden die einzigen, die uns annehmbare Ergebnisse zur Verfügung stellen können.

Noch mehr, diese Methoden stellen uns ein starkes Kampfmittel, das sich auf wissenschaftliche Methoden stützt, für die Vorneugung einiger wesentlicher Verluste, die von Uberschwemmungen im komplexen System der Eindämmung hervorgerufen wurden, zur Verfügung - wie jenes der Donau - indem sie erlauben einen rationellen Plan der Uberschwemmungsnotwendigkeit einiger Wälle, die zum Zweck, die Städte und andere Wälle zu protegieren eingedämmt wurden, zu bestimmen.

Man kann die hydraulischen Methoden für das Studium der Fortpflanzung der Hochwasserwellen in Zusammenhang mit der Voraussicht der Wasserstände und der Wasserdurchflüsse auf den Wasserläufen, so wie sie sich derzeit gestalten, als befriedigend betrachten, aber es gibt noch viele ihrer Aspekte, die noch für eine Verbesserung empfänglich sind.

Es sind noch etliche Aufgaben in Zusammenhang mit den mathematischen Modell vorhanden: der Wert der natürlichen Angaben in Zusammenhang mit der gewünschten Genauigkeit, selbst das Schema des Modells (die Erweiterung der Abschnitte im Vergleich zu der gewünschten Genauigkeit und die Einführung der hydraulischen Charakteristiken) die Algorithmen und die Berechnungsprogramme, der Einfluss sekundärer Wirkungen etc.

.˙.

Die Berichte der Gruppe IV "Flusshydraulik" sind fünf an der Zahl. Vier davon beziehen sich auf die Aufgaben der Fortpflanzung der Hochwasserwellen, von denen einer (A.Swoboda) einen mechanischen Integrator, mit dessen Hilfe man die Gleichungen der hydrologischen Methoden lösen kann, und andere drei (der Forscher Prohazka, Venetianerova, Cioc, Ionescu, Hîncu, Drăgănescu, Duma) die die Berechnungsmethoden der Fortpflanzung der Hochwasserwellen behandeln.

Ein fünfter Bericht (Amaftiesei, Răzvan) bezieht sich auf die Vorhersage der Flussbettumgestaltung der Donau im Abschnitt des Eisernen Tores nach dem Bau der Hydrozentrale.

Der Bericht von Swoboda "Mechanischer Integrator, der die Lösung der Fortpflanzung der Hochwasserwellen erlaubt" führt die Notwendigkeit des Vorhandenseins einfacher mechanisierter Mittel für die Lösung der Aufgaben der Fortpflanzung der Hochwasserwellen, über welche wir weiter Oben sprachen, vor, der gleich auch die Beschreibung des mechanischen Integrators, der vom Verfasser zu diesem Zweck hergerichtet wurde, enthält.

Die grundgelegenen Gleichungen wurden aus der Kontinuitätsgleichung

$$Q_p - Q_o = \frac{dV}{dt} \qquad (2/IV - 1)$$

und aus der Gleichung von McCarthy, die die Beziehung zwischen den Durchflüssen und dem Wasservolumen, das in den Grenzen des Abschnittes zurückgehalten wurde, bestimmt,

$$V = K \left[Q_p x + Q_o (1 - x) \right] \qquad (1/IV - 1)$$

abgeleitet.

Aus diesen Gleichungen leitet der Verfasser durch die Ausschaltung von V andere zwei, ab, und zwar:

- eine Gleichung in finiten Differenzen

$$^{2}Q_a = C_o \, ^{2}Q_p + C_1 \, ^{1}Q_1 + C_2 \, ^{1}Q_o \qquad (3/IV - 1)$$

für die, die Koeffizienten C_o, C_1, C_2 wie folgt aus den Abbildungen 1/IV-1, 2/IV-1 und 3/IV-1 bestimmt werden, und

- eine Differenzialgleichung:

$$\frac{dQ_o}{dt} = -\frac{Q_p - Q_p - xK\frac{dQ_p}{dt}}{k(1-x)} \qquad (4/IV - 1)$$

Letztere wurde gewählt um mit Hilfe des mechanischen Integrators geformt zu werden.

Das Schema des Integrators wird in Abb.4/IV-1 wiedergegeben. Indem man den Verlauf der Kurve des zufliessenden Durchflusses verfolgt, erhält man direkt den abfliessenden Durchfluss (Q_o) in Funktion der Zeit.

Die Vorrichtung kann auch die Aufgabe der Verminderung einer Hochwasserwelle in einem Becken für den Sonderfall, wenn x=0 lösen, dann, wenn diese den Integrator Harkness, wiedergibt. So, kann auch der Integrator angewandt werden, indem man die Methode der "Einheitstransformationsstrecke" von Kalinin und Miljukov verwendet.

Der Verfasrer erwähnt den Genauigkeitsgrad des Instrumentes nicht, aber es ist zu erwarten, dass diese dieselbe Grössenordnung hat, wie auch die gleichen Instrumente.

Was zu unterstreichen ist, sowie auch der Verfasser erwähnt, ist dass der vorgeschlagene Integrator mit Hilfe einer Anpassung der Integratoren Pascals oder Abdank Abakanowicz gebaut werden kann, indem man solcherart über ein einfaches Mittel für die Verwirklichung des, für das Studium der Fortpflanzung der Hochwässer nötigen Integrators, verfügt.

Der Bericht von Prochazka und M.Venetianerova legt die, für die Bestimmung der Fortpflanzung der Hochwasserwelle des Jahres 1954 im Abschnitt der Donau von Bratislava nach Komarno durchgeführten Berechnungen, in einer der Ausbauarbeitsvoraussetzungen des Flusses, dar.

Die Berechnungen, die in Abb.2/IV-2 dargelegt sind,beziehen sich auf den Fall, indem ein Flussabschnitt von cca loo km, von einem Seitenkanal dubliert wird.

Die Verfasser verwenden eine Abart der Methode der "Einheitstransformationsstrecke" naoh Otto Dub mit der Voraussetzung, dass die Durchflüsse bis zu 48oo m^3/s ohne jedwelche Veränderung auf dem Seitenkanal befördert werden.

Durch einen Zeitunterschied, wird die Durchflusskurve bei Komarno für das Schema der Einheitstransformationsstrecke bei natürlichem Stand, ausgearbeitet, indem man dann diese Kurve für das Studium der Fortpflanzung der von (Q_1 - 48oo) m^3/s gebildeten Welle, verwendet, wobei Q_1 - den Durchfluss von Bratislava darstellt.

Die Verfasser kommen zur Schlussfolgerung, dass durch den Bau des Kanals, die Durchflüsse von Komarno mit einem gewissen Wert ansteigen werden, Tatsache die mit der anfangs geäusserten Voraussetzung bezüglich der Ausnützung des Seitenkanals in Ubereinstimmung ist.

Die verwendete Methode ist einfach und leicht anwendbar. Es wäre interessant die Grenzen der Anwendung dieser Methode genauer zu bestimmen, also dass man die Werte bis zu denen man durch den Abfall der Durchflüsse verfahren kann und den Einfluss der Wasserstände aus den unterhalb gelegenen Abschnitten, nicht berücksichtigt.

Die zwei Berichte die folgen, enthalten eine kurze Darlegung der in den Laboratorien der mathematischen Hydraulik und Flusshydraulik der Forschungsanstalt für Wasserbau Bukarest bezüglich der Wasserbewegung in den natürlichen und eingedämmten Flussbetten durchgeführten Arbeiten.

Der Bericht von Cioc and Ionescu legen einen Teil der bei dem Studium der nichsstationären Bewegung auf der Donau längs eines Abschnittes von cca looo km sowie auf einigen Binnengewässern erhaltenen Ergebnisse, dar, indem man die Möglichkeit die erhaltenen Ergebnisse für die Ausarbeitung der

Vorhersagen betreffs der Wasserstände und Durchflüsse in den natürlichen und eingedämmten Flussbetten zu verwenden, berücksichtigt.

Die Berechnungsmethoden mit Hilfe der elektronischen Rechenmaschinen wurden berichtigt indem man von den vereinfachten Gleichungen von Saint Venant:

$$\frac{\partial z}{\partial x} + \frac{Q^2}{Q_o^2} = 0 \qquad (1/IV - 4)$$

$$B \frac{\partial z}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \qquad (2/IV - 4)$$

ausgegangen ist und die Integrierung durch das Differenzverfahren auf ein fixes rechteckiges Netz in der Ebene x, t verwendet wurde.

Einige Ergebnisse dieser Berechnungen werden in den Abbildungen 3/IV - 4 und 4/IV - 4 wiedergegeben.

Diese Methoden kann man gleichfalls für die Vorhersage der Wasserstände auf den natürlichen oder ausgebauten Wasserläufen, mit einem höheren Genauigkeitsgrad für die eingedämmten Flussbetten. verwenden.

Der Bericht zeigt uns, dass in den natürlichen Flussbetten vor allem eine gewisse sekundäre Wirkung der hydraulischen Hysteresis, infolge der Verspätung der Anfüllung und Entleerung des Hochwasserbettes auftritt,und dass Situationen vorkommen in denen diese sekundäre Wirkung sich als so wichtig erweisen kann, dass die Gleichungen von Saint Venant und besonders die Kontinuitätsgleichung unter dem Aspekt der Formel (2) - nicht mehr in der Lage sind den Vorgang der Fortpflanzung der Hochwasserwellen zu beschreiben.

Ein solcher Vorgang findet auf dem Abschnitt der Donau der unterhalb von Oltenița gelegen ist, statt.

Der Bericht meiner Kollegen S.Hîncu, F.Ionescu,R.Drăgănescu,

M.Popescu,und D.Duma führen uns einige Aufgaben bezüglich der Berechnung der Wasserstände auf der Donau nach der Eindämmung vor, indem er sich auf die Voraussicht des zu erwartenden Regimes der Wasserstände das auf den aktuellen Angaben abgeleitet wurde, bezieht.

Der Bericht behandelt in erster Reihe die Aufgabe des Rauhigkeitskoeffizienten nach der Eindämmung, die durch die entsprechende Extrapolation der erhaltenen Angaben bezüglich des eigentlichen Flussbetten gelöst ist. Als Extrapolationsmittel wurde eine Formel des Typs Pavlovski verwendet:

$$C = \frac{1}{\mu} R^y \qquad (1/IV - 3)$$

wo y aus den vorhandenen natürlichen Angaben mit der Bedingung, dass y im Vergleich zu R oder Q konstant ist,bestimmt wurde. Die Abbildungen 2/IV - 3 und 3/IV - 3 weisen auf die Richtigkeit der Methode, die uns ein einfaches Mittel, die Formel des hydraulischen Widerstandes zu bestimmen, zur Verfügung stellt, hin.

Die zweite Aufgabe die vom Bericht behandelt wird, bezieht sich auf die Höchstdurchflüsse die in der Berechnung der Wasserstände aus dem eingedämmten Flussbett zugelassen werden können.

Für die Berechnung der Höchstdurchflüsse längs des Flusses für die gegebene Wahrscheinlichkeit wurde die Formel

$$P_2 = P_1 - P_a$$

verwendet, wo P_2 die Wahrscheinlichkeit im unterhalb gelegenen Abschnitt ist, P_1 die Wahrscheinlichkeit im oberhalb gelegenen Abschnitt und P_a die Wahrscheinlichkeit des Durchflusses eines Nebenflusses, ist.

Der Bericht legt uns den Gedankengang dar,infolgedessen man zur Schlussfolgerung, dass in den Bedingungen der Donau P_a = 1oo % angenommen werden kann, gelangt. Die erhaltenen Ergebnisses nähern sich den, mit Hilfe der Formel gegebenen:

$$Q_2 = Q_1 \sqrt{\frac{F_2}{F_1}} \qquad (6/IV - 3)$$

Für die Berechnung der Wasserstände wurde das Differenzverfahren mit Hilfe der elektronischen Rechenmaschinen CIFA 3 und MECIPT 1, verwendet.

Der Bericht meiner Kollegen Amaftiesei und Răzvan bezieht sich auf die Aufgabe der Verschlammung des Oberwassers des Wasserkraftwerkes Eisernes Tor, also auf die Voraussicht der morphologischen Umformungen des Flussbettes, die in der Zukunft eine Wirkung auf das Wasserstandregime haben wird.

Der Bericht stellt die Weitläufigkeit der Aufgabe dar, indem er ihre Bedeutung und Komplexität hervorhebt, indem er dann die Hauptrichtlinien der angenommenen Berechnungsmethode vorführt.

Es wurde ein Differenzverfahren mit 2o - 3o Abschnitten und Δx = 1o km und 2 - 6o Tage, Schritt der Veränderlichen t, verwendet. Die Berechnungen wurden mit Hilfe einer elektronischen Rechenmaschine CIFA 4, laut eines Algorithmus und eines genügend komplizierten Programms, durchgeführt.

Man berücksichtigte die Veränderung der freien Oberfläche, die Aufschwemmungsführung sowie auch ihre Ablagerung und sogar eine selektive Ablagerung der Schwebstoffe (2/IV - 5).

Einige der erhaltenen Ergebnisse wurden in den Abbildungen 5/IV - 5 und 8/IV - 5 vorgeführt.

Diese Ergebnisse zeigen auf eine anschauliche Weise, dass wir derzeit die Möglichkeit solche komplizierte Aufgaben mit Hilfe der modernen Berechnungstechnik zu lösen, haben, Tatsache die ich im Bericht unterstrichen habe.

D i s k u s s i o n e n

A.SVOBODA (Sozialistische Republik Tschechoslowakei) hebt die Bequemlichkeit und die genügende Genauigkeit der hydrologischen Berechnungsmethode der Hochwasserwellenumwandlung, hervor; der Redner ist der Meinung, dass die hydrologische Methode auch bei der Umwandlung des oberflächlichen Abflusses in einen im Flussbett konzertriertenAbfluss, angewendet werden kann. Im Zusammenhang mit dem vorgeführten Integrator, zeigt der Redner, dass die Genauigkeit des Apparates von der Qualität der zusammensetzenden Elemente, abhängig ist (wie, zum Beispiel, die Wiederstände, die Kondensatoren u.s.w.).

M.VENETIANER (Sozialistische Republik Tschechoslowakei) präzisiert, dass die von ihr studierte und vorgeschlagene Methode sehr einfach ist, so dass die Vorhersage sehr schnell ausgearbeitet werden kann. Weiter gibt sie bekannt,dass sie gegenwärtig an einer genaueren Methode arbeitet, die sich auf topographische Profilerhebungen aus der Donau stützt.

R.AMAFTIESEI (Rumänische Volksrepublik) bezog sich auf die grossen Flüsse des Typs der Donau,wo für die Vorhersage ein mathematisches Modell verwendet werden kann,das sich auf die Integrierung der Gleichungen der nichtstationären Bewegung, von Saint-Venant, stützt. Er gliedert den Fluss in drei Zonen und zwar:

- Zone I (unterhalb) die insbesondere von den unterhalb begrenzten Bedingungen beeinflusst wird;

- Zone II (mittlere) die insbesondere von den Anfangsbedingungen (in der Zeit t) beeinflusst wird und in der die Vorhersage aus einer sehr genauen Berechnung hervorgehen kann;

- Zone III (oberhalb) die insbesondere von der Vorhersage die den oberhalb begrenzten Bedingungen gegeben wird,beeinflusst

wird.Zur selben Zone gehören auch die Sektoren der Hauptnebenflüsse die in den Hauptfluss münden.

Gegenwärtig bestehen Möglichkeiten ein komplexes mathematisches Modell durchzuführen, das sowohl das Flussbett als auch die entsprechenden Einzugsgebiete die den Fluss versorgen, enthalten soll.

Im Zusammenhang mit der nichtstationären Bewegung im Flussbett, führt der Redner in grossen Zügen eine Integrationsmethode der Gleichungen von Saint-Venant, die seitens der Forschungsanstalt für Wasserbau ausgeführt wurde, vor. Die Methode hat als Grundlage die Lösung, durch aufeinanderfolgende Abschätzungen, eines nichtlinearen algebraischen Systems, einer Ordnung die der Zahl der Berechnungssektoren entspricht, indem die Methode von Newton angewendet wird.

Indem sich der Redner auf das mathematische Modell,das vorher erwähnt wurde, bezieht, zeigt er,dass die hydrologische Vorhersage auf lo - 15 Tage in ungefähr 9o Minuten mit einer elektronischen Rechenmaschine CIFA - lo2 und in weniger als einer Minute mit einer Rechenmaschine ELLIOTT - 5o3 berechnet werden könnte.

M.PODANI (Rumänische Volksrepublik) wirft zwei Fragen auf, eine hinsichtlich der Anderung des Zusammentreffens der Hochwässer auf den Nebenflüssen und auf der eingedämmten Donau im Vergleich mit dem natürlichen Regime, indem er der Ansicht ist, dass infolge der Verkürzung der Fortpflanzungszeit ein in der Zeit grösserer Unterschied zwischen den Hochwasserspitzen auf den Nebenflüssen und auf der Donau auftritt, und eine zweite Frage hinsichtlich der Wasserstandserhöhungen infolge der Eindämmungen,in denen er der Ansicht ist, dass in dem rumänische Abschnitt der Donau diese Wasserstandserhöhungen durch die Intensivierung der Unterwaschungsvorgänge der Flussbetten, ersetzt werden.

S.HÎNCU (Rumänische Volksrepublik) zeigte, dass die zusätzlichen morphologischen Veränderungen, die im Donauflussbett

infolge der Eindämmungen aus der Tiefebene, vorsichgehen, die Wasserstandserhöhungen, die von denselben Eindämmungen hervorgerufen werden, nicht beseitigt werden können. Die morphologischen Veränderungen gehen im allgemeinen in einer langen Zeitspanne vor sich und diejenigen, die jährlich stattfinden beeinflussen die Durchflussmenge der Donau sehr wenig und haben gleichzeitig einen zyklischen Charakter, wobei die Donau zu den Niedrigwässern, also ungefähr zur vorhergehenden Lage der Hochwässer zurückkommt. Die Beseitigung der Wasserstandserhöhungen aus dem eingedämmten Regime infolge der Unterwaschungen aus dem Flussbett, wäre nur dann möglich, wenn in natürlichem Regime die Stromgeschwindigkeit bei den Hochwässern nicht von dem Wert des dem Flussbett entsprechenden Durchflusses, abhängt.

Die in der Vergangenheit auf der Donau durchgeführten Messungen widerlegen eine solche Möglichkeit. Übrigens, haben die auf der Donau, auf anderen Stromstrecken, zum Beispiel, auf dem Territorium der Föderativen Sozialistischen Republik Jugoslawien durchgeführten Eindämmungen, zu Wasserstandserhöhungen von ungefähr 1,30 m, bei Hochwässern, geführt, die den Werten, welche durch Berechnung bestimmt wurden, sehr nahe liegen.

Vorläufig verfügen wir nicht über Durchflussmessungen betreffs des Hochwasser aus dem Jahre 1965 um den physischen Vorgang mit dem Berechnungsmodell vergleichen zu können.

Die Eindämmung des Hochwasserbettes der Donau verändert die Abflussganglinie der Durchflüsse entlang der Donau und führt zur Erhöhung der Höchstdurchflüsse im Vergleich mit dem natürlichen Regime.

Die Abflusskurven in eingedämmten Regime drücken die Durchflusskapazität der Flussbettstrecke unterhalb des Bezugsquerschnittes aus und hängen nicht vom Wert des nichtabgeflachten (nichtabgestumpften) Durchflusses, infolge der oberhalb des Bezugsquerschnittes durchgeführten Eindämmungen, ab.

D.CIOC (Rumänische Volksrepublik) : Die Mitteilungen und Diskussionen im Rahmen des Themas IV :Flusshydraulik" zeigten die bestehenden Möglichkeiten, zur erweiterten Verwendung der hydraulischen Berechnungen bei den hydrologischen Vorhersagen auf den grossen Strömen. Mit Hilfe der elektronischen Rechenmaschinen können in kurzer Zeit die Berechnungen der nichtstationären Bewegung, die die Möglichkeit ergeben, die Wasserstände und die Durchflüsse in dem verschiedenen Querschnitten eines Stromes, auf Grund der vorhergehenden Angaben zu bestimmen, durchgeführt werden.

Bezüglich der seitens von M.Podani aufgeworfenen Fragen, im Zusammenhang mit dem Zusammenfall der Hochwässer ist es augenscheinlich, dass durch Eindämmung sich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen auf dem Strom verändert, und daher die Lage des Zusammenfalls mit dem Hochwasser der Nebenflüsse, für jedes konkretes Hochwasser, verschieden ist. Die in der Forschungsanstalt für Wasserbau durchgeführten Berechnungen bestätigen diese Tatsache bezüglich des Hochwassers aus dem Jahre 1897. In der Schätzung der Wirkung dieser Veränderung des Zusammenfalls, muss man jedoch den statistischen Charakter des Vorganges sowie die Art und Weise in der Hochwässer der Nebenflüsse zur Bildung der Wasserstände und Durchflüsse auf dem Strom beitragen, berücksichtigen.

Hinsichtlich der zweiten Aufgabe ist er der Ansicht, dass es voreilig ist quantitative Schlussfolgerungen vor dem Verlauf des Hochwassers zu ziehen. Bezüglich des qualitativen Aspektes ist es klar, dass infolge der grossen Eindämmungen, die vor dem Hochwasser des Jahres 1965 durchgeführt wurden, die Wasserstände auf der ganzen eingedämmten Strecke im Vergleich zum natürlichen Stand, anwachsen werden. Das Anwachsen der Transportfähigkeiten der Ablagerungen, auf das sich M.Podani bezog, besteht, ist jedoch viel kleiner um auf die Dauer eines Hochwassers den Transport oder die Ablagerung beträchtlicher Materialmengen im Flussbett, die wahrnehmbare Wirkungen auf die Wasserstände ausüben, zu verwirklichen.

VORHERSAGE IN DER PERIODE DER EISVERHÄLTNISSE

V.Stănescu [x)]

Die fünf Mitteilungen die in dem Referat analysiert werden sind in einer Reihenfolge dargestellt, die nicht von deren Bedeutung bestimmt ist. Drei von denen behandeln die Methoden der Vorhersage des Zeitpunkts der Eisbildung, während die anderen zwei sich mit der Vorhersage der Ubererhöhungen der Wasserstände, infolge des Widerstandes der Eisbildung oder des Eisstaues, befassen.

Bis jetzt gibt es auf diesem Gebiet nur einzelne Versuche, deshalb können wir den von diesen Referaten gebrachten Beitrag als einen bedeutenden Schritt vorwärts betrachten.Jene Arbeiten, die sich mit der Vorhersage der Erscheinung der Eisverhältnisse befassen, versuchen die bisher angewandten Methoden zu verbessern. Um die Art,in der die obengenannten Arbeiten sich in die aktuellen Problemen einreihen und um diesbezüglich die Diskussionen zu erleichtern, erlauben sie mir bitte zuerst einige allgemeinen Probleme zu erörten.

Die neuesten Beschäftigungen auf diesem Gebiet führten zur Ausarbeitung einiger Vorhersagemethoden der Bildung der Eisverhältnisse, und gaben gleichzeitig auch die Möglichkeit ihrer Anwendung in der Praxis. Von diesen muss die Arbeit "Die Vorhersage des Eisregimes auf den Flüssen mit spezieller Hinsicht auf die Donau", die bei der zweiten Konferenz der Donauländer betreffs der hydrologischen Vorhersagen Graz - 1963, von W.Laszlöffy und K.Szesztay vorgeführt wurde,hervorgehoben werden. Indem die Verfasser von der Kenntnis der Wassertemperatur im Augenblick in dem die Lufttemperatur

x) Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest

unter 0°C sinkt und von der, für die Bildung des Eisstandes in der Vorwegnahmeperiode nötigen Temperatur ausgehen, führen sie eine Bestimmungsmethode des Datums des Erscheinens der Eisverhältnisse auf der Donau vor.

Ebenfalls möchten wir die von L.G.Suleakovski und V.D.Komarov für die Vorhersage des Eisstandes ausgearbeitete Methode erwähnen, welche sich auf die Festlegung einiger annähernden Beziehungen zwischen dem Wasservolumen und der negativen Lufttemperatur, als ein Zeichen des Wärmeverlustes, stützt. T.M. Makarevici und Z.A.Efimova geben im Studienband 8o/1962 des Hydrologischen Staatsinstitutes Leningrad eine langfristige Vorhersagemethode des Eises auf der Donau, die sich auf die Analyse der synoptischen meteorologischen Karten stützt, in denen die Typisierung dieser in der, der Erscheinung der Eisverhältnisse vorangehenden Periode, zur Vorhersagemöglichkeit dieser, mit einer Vorwegnahme zwischen 1,5 - 2,5 Monaten, führt.

Ebenfalls müssen die in Bulgarien von St.I.Stefanov und Hr. Lalovski unternommenen Versuche erwähnt werden, zwecks der Analyse der synoptischen Bedingungen der strengen Winter der Jahre 1946/47 und 1953/54.

Die Erscheinung der Eisverhältnisse ist ein sehr komplexer Vorgang, infolge der Zusammenwirkung einer Reihe von Faktoren, von denen sich einige gegenseitig beeinflussen.

Die Erscheinung der Eisverhältnisse hängt von folgenden Hauptfaktoren ab:

- die negativen Lufttemperaturen aus der, dem Auftreten des Vorgangs vorangehenden Periode, welche auch gleichzeitig die Faktoren mit dem grössten Einfluss darstellen;
- die Wassertemperatur im Augenblick des Übergangs der Lufttemperatur zu Temperaturen unter 0°C;
- der Durchfluss zur Zeit der Eisbildung.

Eine der grössten Schwierigkeiten bei der Vorhersage der Bildung der Eisverhältnisse ist die Vorhersage der negativen

Lufttemperaturen, wofür die bestehenden Methoden noch nicht genügend Sicherheit bieten. Deshalb haben einige Forscher versucht diese Schwierigkeiten zu umgehen, indem sie die Vorwegnahmezeit verkürzt haben und die sogenannte "kritische Temperatur", ohne die die Eisbildung nicht stattfinden kann, eingeführt haben.

Diese Methode stützt sich nicht strikt auf die Analyse der genetischen Faktoren der Vorganges, sie hat aber den Vorteil, dass sie die Lufttemperatur aus der Vorausnahmeperiode nicht miteinbeschliesst.

Eine solche Aufgabe, wird im Bericht von Maria Stan " Die kurzfristige Vorhersage der Eisbildung auf der rumänischen Donau " behandelt (V - 4). Die Arbeit behandelt die, für die Vorhersage der Eisschollen und des Eisstandes auf dem rumänischen Teil der Donau verwendeten Methoden. Die Methode für die Vorhersage des Erscheinens der Eisschollen stützt sich auf die Beziehung:

$$t_s - t_{\Theta_{kr}} = f(\Theta^-_{mittel}, \Theta^+_{mittel}, \Delta H) \qquad (1)$$

wo: t_s = der Zeitpunkt des Auftretens der Eisschollen vom 1.Dez. an gemessen;

$t_{\Theta_{kr}}$ = der Eintritt der kritischen Temperatur (in Tagen) vom 1.Dez. an gemessen;

Θ^-_{mittel} = Mittelwert der täglichen negativen Lufttemperaturen, vor dem kritischen Zeitpunkt gemessen;

Θ^+_{mittel} = Mittelwert der täglichen positiven Lufttemperaturen gemessen in einem Zeitabschnitt von lo Tagen vor dem kritischen Zeitpunkt;

ΔH = Abweichung des Wasserstandes vom Mittelwert zum kritischen Zeitpunkt.

Dem angenommener Prinzip entsprechend, kann die Bildung der Eisschollen nicht ohne den Eintritt dieser kritischen Temperatur stattfinden.

Nach der Meinung des Verfassers ist die kritische Temperatur

ein Parameter, welcher in engen Grenzen schwankt und jedem untersuchten Punkt eigen ist.

Auf Grund der gegebenen Beziehung wird in Abb.1 ein Beispiel für den Pegel Galatz gegeben. Die Methode der Vorhersage des Eisstandes hat ähnliche Prinzipien als Grundlage. In diesem Fall lautet die verwendete Beziehung:

$$t_p - t_{kr} = f(\sum\theta^-,\ t_{\theta_{kr}},\ \Delta H) \qquad (2)$$

wo:

$t_{\theta_{kr}}$ = kalendaristisches Datum des Erscheinens der kritischen Temperatur;

t_p = Zeitpunkt der Erscheinung des Eisstandes;

$\sum\theta^-$ = Summe der negativen Temperaturen der Periode zwischen ihrem Eintritt und dem Tag des Eintretens der kritischen Temperatur;

ΔH = die Abweichung des Wasserstandes vom normalen Wert zum Zeitpunkt des Eintritts des kritischen Datums.

Wie auch im vorher behandelten Fall wird als Ausgangspunkt der Eintritt der kritischen Temperatur betrachtet.

Auf Grund der Beziehung (2) wurden in Abb.2 für den Pegel Brăila die koaxialen Graphiken der Vorhersage des Eisstandes in Funktion bekannter Elemente dargestellt.

Abschliessend gibt der Verfasser eine Schätzung der Qualität der verwendeten Methoden auf Grund der statistischen Analyse der Fehler und ihren Vergleich mit den möglichen Fehlern im Falle der Benutzung der Abweichung vom Mittel des Vorgangs, woraus folgt, dass für die Vorhersage der Eisschollen die Differenzen unter 2o% für eine Anzahl von Fällen zwischen 16 % und 82 % liegen, und für das Erscheinen des Eisstandes sind dieselben unter 2o % für eine Anzahl von Fällen zwischen 8o und 88 %.

Ich möchte in erster Reihe die Wirksamkeit dieser Methoden hervorheben.

Es erscheint nützlich die Tauglichkeitsbedingungen der Para-

meterwahl H zu kennen, und gleichfalls muss dieser Parameter verschiedene physische Bedeutungen im Falle des Erscheinens der Eisschollen und des Eisstandes haben.

Im ersten Fall drückt der Parameter ΔH indirekt das Wasservolumen aus, das in der Periode vor der Erscheinung der Eisschollen der Abkühlung ausgesetzt ist und im zweiten Fall drückt er indirekt den Wert der Geschwindigkeiten an der Wasseroberfläche aus, der die Bildung des Eisstandes stark beeinflusst.

Ein anderer interessanter Aspekt ist die zugelassene Annahme bezüglich der Vernachlässigung der Lufttemperaturen in der Vorwegnahme Periode.

Es wäre nützlich, zusätzliche Informationen bezüglich der Anwendungsgrenzen der Methode im Falle, wenn im Zeitabschnitt $(t_p - t_{kr})$ die Intensität der Erfrierung stark nachlässt und zu einer Verspätung der Erscheinung des Eises im Vergleich zum vorausgesagten Zeitpunkt führt, vom Verfasser zu erhalten. Schliesslich wäre es noch nützlich, wenn der Verfasser seinen Standpunkt bezüglich der Richtigkeit der Wahl der kritischen Temperatur darlegen würde.

Die Stetigkeit von Θ_{kr} - auf Grund der Unabhängigkeit, von dem gemessenen Wasserstand abgeleitet, überzeugt die Relativität dieses konstanten Parameters nicht vollkommen.

In seinem Referat "Vorhersage der Erscheinung des Eisstaus auf der unteren Donau" (V - 2), beschäftigt sich P.Miţă mit der Auffindung einer Vorhersagemethode, die als Grundlage die wesentlichen genetischen Faktoren der Bildung des Eisstandes hat.

Der Verfasser verfolgt in zwei konkreten Fällen (Tulcea und Giurgiu) den Verlauf der Lufttemperaturen vom Augenblick der ersten negativen Temperatur an bis zur Erscheinung des Eisstandes. Der Verfasser stellt fest, dass die intensive Abkühlung des Wassers im Augenblick der Einstellung einer stetigen Periode mit negativen Lufttemperaturen beginnt (stabile Periode genannt).

Ebenfalls hat auch die mögliche Existenz einer vorangehenden Periode mit Temperaturen um 0°C einen sensibeln Einfluss auf die Bildung des Eisstandes in denselben Bedingungen der negativen Temperaturen der stabilen Periode. Schliesslich hat auch die Existenz verschiedener Durchflüsse einen grossen Einfluss.

Indem der Verfasser diese Prinzipien als Grundlage benützt, schlägt er eine Vorhersagemethode vor, die sich auf die meteorologische Methode der Lufttemperatur stützt und welche in der Benützung folgender korelativen Verbindungen, unter graphischer Form ausgedrückt, besteht:

a) Die Verbindung zwischen dem Wert der Lufttemperatur der stabilen Periode und der Zahl der Tage vom Erscheinen dieser Periode an, bis zur Bildung des Eisstandes.

b) Die Verbindung $\Delta n = f(\Delta Q)$ zwischen den Werten der Differenzen des Durchflusses im Vergleich zum mittleren Durchfluss der Periode mit Eisstand und der Abweichung von den normalen Bedingungen, die dieser Differenz zu verdanken sind (in Tagen) (Abb.6).

c) Die Verbindung $\Delta' n = f(i'_t)$ zwischen dem Wert der mittleren Jahrestemperatur in der schwankenden Periode und der Abweichung (in Tagen) von den normalen Bedingungen, die der Existenz dieser Periode zu verdanken sind (Abb.7).

Diese Beziehungen sind unter Form einiger Graphiken in Abb.8 und 9 wiedergegeben.

Es muss hervorgehoben werden, dass die tiefgehende Analyse der Bildung des Vorgangs und die Berücksichtigung der genetischen Faktoren, der hauptsächlichste Verdienst dieser Arbeit ist.

Es wäre nützlich, wenn der Verfasser einige Aufklärungen bezüglich der Anwendung der vorgeschlagenen Methode in anormalem Verlauf der Lufttemperatur, geben würde.

Ebenfalls müssten wir kennen, in was für Vorausnahmebedingun-

gen die Vorhersage befriedigende Ergebnisse gibt. Wir möchten noch eine Analyse des Einflusses der möglichen Fehler der Vorhersage der Temperaturen auf die Endfehler der Vorhersage anregen. Wie man beobachten kann, unterscheidet sich diese Methode, was den Ausgangspunkt anbelangt, von derjenigen, die von Maria Stan angewendet wurde. Jede dieser Methoden hat ihre Vor- und Nachteile. Wir möchten das geeherte Auditorium bitten, diesbezüglich Stellung zu nehmen.

Das von A.I.Afanasiev vorgelegte Referat "Berechnung des Zeitpunkts der Erscheinung des Eises auf der unteren Donau" untersucht die wichtigsten theoretischen Thesen und die Ergebnisse der Schlussfolgerungen von Suleakovski, sowie die Eigenheiten des von Buhaevskaia ausgearbeiteten Schemas.

Der Verfasser geht von der Gleichung der thermischen Bilanz der Wassermasse in der Abkühlungsperiode aus.

$$A + B = 0 \qquad (1)$$

wobei:

A - der Wärmestrom der Wassermasse an der Scheidefläche Wasser - Luft;

B - die Resultierende der thermischen Ströme des Wärmeaustausches durch Strahlung, durch Verdunstung oder Kondensierung und des Wärmeaustausches mit der Luft.

Die Komponente der ersten Gleichung kann unter folgender vereinfachten Form geschrieben werden:

$$A = \alpha (\theta - \theta_s) \qquad (2)$$

wo:

α = Koeffizient der Wärmeabgabe;

θ = die mittlere Wassertemperatur im Querschnitt;

θ_s = die Temperatur an der Wasseroberfläche.

Unter den Bedingungen des Falls der Temperatur an der Wasseroberfläche bis $0^{\circ}C$, also im Augenblick des Gefrierens $\theta_s = o$, α, θ und B werden mit dem Index "n" bezeichnet.

In diesem Fall folgt aus (1) und (2) die Ungleichung

$$\theta_n \leqslant \frac{B_n}{\alpha_n} \qquad (3)$$

Dieses wiederspiegelt die nötige und hinreichende Bedingung für den Anfang der Eisbildung. Die Bestimmung der Natur der Temperaturschwankungen ist in Funktion von mehreren Parametern und zwar: die Wärmeaufnahme der Wasseroberfläche (B), der Wärmeaustausch mit dem Flussbett (q_a), Wärmezufluss aus den Grundwässern (q_{unt}) und Wärmezufluss durch Energievernichtung (q_e).

Der Verfasser analysiert, in der Arbeit, die Eigenheiten der Parameter (B) und (q_{unt}), die er in Abhängigkeit von anderen Elementen ausdrückt und erhält schliesslich die Differenzialgleichung der Schwankung der Wassertemperatur in der Zeit:

$$d\theta = \frac{B+q_a+q_e+(\theta_{unt}-\theta)\,\gamma\, c\, \varrho}{h\, c\, \varrho}\, dt \qquad (4)$$

wo:

θ_{unt} = die Temperatur der Grundwässer;
γ = der spezifische Zufluss der Grundwässer;
c = die spezifische Wärme des Wassers;
h = die Tiefe im untersuchten Querschnitt;
ϱ = Dichte des Wassers.

Indem man den Parameter B in Abhängigheit der Differenz der Wasser-und Lufttemperaturen, des Koeffizienten des Wärmeaustausches K und des spezifischen Wärmeaustausches (d), im Falle in dem $\theta_s = o$, ausdrückt, gelangt man zum Ausdruck:

$$B = -K(\theta_s - \theta) + d \qquad (5)$$

Durch die gemeinsame Lösung der Gleichungen (3) und (5) kann die Gleichung (4) unter folgenden Form geschrieben werden:

$$d\theta = \frac{\left[\alpha K+(\alpha+K)\,\gamma\, c\, \varrho\right]\,\theta+\alpha K\,\theta\, +\alpha d+(\alpha+K)(q_a+q_e+q_{unt})}{(\alpha+K)hc} \qquad (6)$$

Indem der Verfasser die Gleichung (6) von Θ_o bis Θ_t und vom Augenblick o bis t integriert führt er unter den Bedingungen der Mittelwerte der Elemente Θ, K, d, h, α, q_a, q_e, q_{unt}. folgende exponentiale Veränderung der Wassertemperatur in der Zeit, vor:

$$\Theta_t = \Theta_o e^{-a} + (p\ \Theta + \tau)(1 - e^{-a}) \qquad (7)$$

wo: α, p und τ von den obengenannten Parametern (α, K, d, τ, c, ς, q_a, q_e, q_{unt}) abhängen.

Der Verfasser geht von dem Augenblick, in dem die Anfangstemperatur des Wassers im Querschnitt Θ_o ist, aus und nimmt an, dass in "n" Zeitintervallen das Mittel der Lufttemperatur Θ für jedes Zeitintervall bestimmt werden kann.

In diesem Fall kann die Gleichung (7) für alle Zeitintervalle t unter folgender Form geschrieben werden:

$$\Theta_n = \Theta_e^{-na} + p\sum_{i=1}^{n}\left[\Theta_i\ (e^{-(n-i)a} - e^{(n-i+1)})\right] + \xi\,(1-e)^{-na} \qquad (8)$$

Indem man in die Ungleichung (3) den Wert Θ_n aus der Gleichung (8) ersetzt, wird man die nötigen Anfangsbedingungen der Eisbildung erhalten. Weiterhin führt der Verfasser in seiner Arbeit die Berechnungsweise der verschiedenen Parameter, die in der Gleichung (8) vorkommen, vor.

So berechnet man den spezifischen Wärmeaustausch, im Falle, wenn $\Theta_s = \Theta$ aus der Formel $d = Q + I_e + LE$, mit Hilfe der in Abb.2 und 3 angeführten graphischen Darstellungen, sowie auch aus Tabelle 3, in der

$$d = f(\varphi, V_m) \qquad (9)$$

wo:

φ = den Breitengrad;

V_m = den vieljährigen Mittelwert der Windgeschwindigkeit, darstellt.

Die Berechnung des Wärmeaustauschkoeffizienten K wird in

Funktion der Lufttemperatur und der Windgeschwindigkeit in der Tabelle 1 wiedergegeben.

Der Koeffizient der Wärmeabgabe laut der in Abb.1/V-5 vorgeführten Beziehung, wird folgende Form haben:

$$\alpha = (1745\ U + 1o6\ W)c\varrho \ \text{cal/cm}^2 \text{ Tage Grade} \qquad (1o)$$

wo:

v = die Abflussgeschwindigkeit des Wassers, und
W = die Windgeschwindigkeit ist.

Beide Elemente sind messbar.

Die Grössen q_a werden als Mittel in Funktion von φ und h in Tabelle 2 berechnet.

Der Beitrag q_e wird mit Hilfe der Formel (11) bestimmt:

$$q_e = \frac{\varrho\, uhi}{o,427} \qquad (11)$$

wo i - das Gefälle der Wasseroberfläche ist.

Hinsichtlich der anderen zwei Elemente σ und q_{unt} gibt der Verfasser einige Mittelwerte die von L.Suleakovski für das Territorium der UdSSR erhalten wurden.

In der Fortsetzung der Arbeit wird die Anwendungsweise dieser theoretischen Voraussetzungen im konkreten Fall der Vorhersage der Eiserscheinung auf der unteren Donau, gezeigt.

Der Verfasser zeigt, dass infolge der Analyse der von T.S. Buhaevskaia in den Punkten Reni und Giurgiu gemachten Berechnungen festgestellt wurde, dass die allgemeine Genauigkeit dieser, 9o % bei einer maximalen Abweichung von 2 Tagen und 87 % bei einer Abweichung von einem Tag, beträgt (Tab.6).

Am Schluss dieser Arbeit zeigt der Verfasser, dass die Kenntnis der möglichen Veränderung folgender Elemente in der Vorhersageperiode für die Vorhersage der Eisbildung, notwendig ist: Wasserstand, Lufttemperatur, Windstärke, Bedecktheit.

Der Verfasser ist der Ansicht, dass die Vorhersagefehler der

Windstärke und der Bedecktheit, die Vorhersage der Eiserscheinung in einem kleineren Masse, als die Lufttemperatur, beeinflussen.

Ich möchte von Anfang an unterstreichen, dass die vorgeführte Methode die umfassendste ist, da sie den Einfluss aller genetischen Faktoren des Gefriervorganges berücksichtigt. Gewiss kann die Genauigkeit dieser Methode, indem sie sich auf die Vorhersage einer Zahl von meteorologischen und hydrologischen Elementen stützt, in ungewöhnlichen Fällen zu leiden haben. Damit in Zusammenhang zeigt das Referat nicht die Art in der einige grosse Abweichungen der Vorhersage der vier obengennanten Elemente sich in diesen aussergewöhnlicheren Fällen, auswirken. Wir sind der Meinung, dass einige zusätzliche Erläuterungen notwendig sind.

Es wäre interessant, wenn der Verfasser eventuell quantitativ die Art zeigen könnte, in welcher die maximalen Grenzen der Vorhersagefehler der vier Grundelemente die Gesamtabweichung der Vorhersage beeinflussen.

Schliesslich wäre es nicht ohne Interesse an die Möglichkeit der Automatisierung des Vorhersagevorganges mit Hilfe der Rechenmaschinen zu denken, wobei wir auch die Möglichkeit hätten die Vorhersage in Funktion der Veränderung der fundamentalen Parameter zu korrigieren, die in den Berechnungsalgorithmus miteinbegriffen sind. Dies sind die Aufgaben, die in Zusammenhang mit den Eisverhältnissen vorgeführt wurden.

Die folgenden zwei Referate beschäftigen sich mit der Vorhersage der Wasserstände in den Bedingungen der Existenz des Eisstaues. Das Referat von I.Zsuffa führt den Titel "Vorhersage des Wasserstandsanstiegs der Donau, als Folge eines isolierten Eisstaues". Der Verfasser geht von der Schätzung des Wasservolumens, welches sich in einem gegebenen Abschnitt ansammelt, aus und geht dann zur Vorhersage des Wasserstandes aus dem Zeitintervall indem die entsprechende Ansammlung stattfindet, über. Auf Grund einiger transversaler Profile werden dann die Verbindungskurven zwischen den angesammelten

Volumen und den entsprechenden Wasserständen in jedem gegebenen Profil, gezogen (Abb.4).

Die vom Verfasser berücksichtigt Momente sind: der Anfangsmoment (1) welcher dem freien Abfluss entspricht, der Moment (2), in dem die Vorhersage im Falle der Erscheinung des Eisstaues in seiner Anfangsphase gegeben wird und der Moment (3) der den maximalen Wasserstand, infolge des Eisstaues, vorhersagt.

Für die Momente (1) und (2) ist die Kurve der Oberfläche eine Parabel, die tangent zur Horizontalen im Profil des Eisstaues und zur Linie der freien Oberfläche für die Profile flussaufwärts ist. Mit Hilfe der zur Verfügung stehenden Graphiken, besteht die Vorhersage des wahrscheinlichen Wasserstandes im Moment (3) in folgendem:

1. Bekannt ist der Moment (1) in welchem der Anstieg der Wasserstände beginnt.

2. Mit Hilfe der graphischen Darstellung (2) wird das bis zum Moment (1) gestaute Wasservolumen, laut Formel (1) bestimmt:

$$V_{t_1} = S'_o + \sum_{i=1}^{n} S'_i \qquad (1)$$

3. Zu diesem Wert wird das Volumen das sich bis zum Moment 2 ansammelt und mit Hilfe der graphischen Darstellung 1 aus Abb.2 berechnet wurde, dazugezählt.

4. In die graphische Darstellung 2 der Abb.4 wird der Punkt eingetragen, auf Grund des in Punkt (2) und (3) erhaltenen Volumens.

Man erhält auf diese Art in erster Annäherung das maximale vorgesehene Niveau nach einer Zeitperiode T, zwischen den Momenten (1) und (2).

5. Auf Grund der graphischen Darstellungen (2) und (3) der Abb. 4 und mit Hilfe aufeinanderfolgender Annäherungen bestimmt man die wahrscheinliche Staukurve.

Nach Meinung des Verfassers müssen die erhaltenen Werte, laufend, in Funktion der Veränderung der Endbedingungen korrigiert werden.

Am Ende dieser Arbeit, definiert der Verfasser die Möglichkeiten für die Bildung einer Welle, die von den Eisstaungen hervorgerufen wurde, um diese bei der Ausarbeitung der Vorhersage berücksichtigen zu können.

Diese Methode stellt, wie auch vom Autor hervorgehoben wird, einen Anfang auf diesem Gebiet dar, und ist nicht universal anwendbar.

Wir sind der Ansicht, dass es interessant gewesen wäre, wenn der Verfasser einige zusätzliche Erläuterungen in Zusammenhang mit der Art der Abschätzung der Durchflüsse in den Abschnitten, vor und nach dem Eisstau, auseinandergelegt hätte.

Dies Referat konnte die Art, in der der Durchfluss unterhalb des Eisstaus berechnet werden konnte, nicht genau bestimmen.

Das letzte Referat von C.Diaconu behandelt die "Vorhersagemöglichkeiten der Wasserstände der unteren Donau unter den Bedingungen eines Eisstaues".

Der Ausgangspunkt bei der Andeutung der vorgeschlagenen Methode ist die Beobachtung, dass beim Pegel Orşova die Bildung des Eisstandes ein sehr seltener Vorgang ist. Das Vorhandensein eines solchen Pegels gibt uns die Möglichkeit, für die flussabwärts gelegenen Pegel, die Wasserstandserhöhungen infolge des Eistandes zu berechnen.

Die Berechnungsmethode dieser Wasserstandserhöhungen besteht in der Aufstellung der Wechselbeziehungen der Wasserstände im freien Abflussregime und in der Periode mit Eisstand, zwischen Orşova und jedem der untersuchten Punkte, unter Berücksichtigung der Voraussagezeit zwischen den beiden Pegeln. Die Wasserstandsdifferenz zwischen den zwei Wechselbeziehungen gibt die Wasserstanderhöhung.

Eine andere vom Verfasser angegebene Methode, stützt sich auf

das Nichtvorhandensein des Eisstandes an beiden Enden des unterhalbgelegenen Abschnittes der Donau. In diesem Fall wird der Durchfluss durch lineare Interpolierung, in jedem vom Eisstand beeinflussten Querschnitt bestimmt, welche in die Pegelschlüsselkurve eingeführt, zur Bestimmung der Wasserstände, die im freien Abflussregime gemessen worden wären, führt.

Ebenfalls gibt der Verfasser in Abb.3 den Verlauf der Wasserstanderhöhungen, infolge des Eisstaues des Winters 1962/63 wieder.

Indem beide Verfahren für den Winter 1962/63 und für etliche Pegel der unteren Donau verwendet wurden, werden als Beispiel in Abb.2 die graphischen Darstellungen der Wasserstandschwankungen und der Eisverhältnisse und diejenigen des Verlaufs der Überhöhungen, wiedergegeben.

Durch die vom Verfasser gemachte Analyse hinsichtlich des Verlaufs der Wasserstandserhöhungen in mehreren Wintern, wurde festgestellt, dass ihr Verlauf ähnlich verläuft, was zur Schlussfolgerung führt, dass im allgemeinen die Kenntnis der Werte ΔH in etlichen aufeinanderfolgenden Momenten, die Extrapolierung der Schwankungstendenz der Wasserstandserhöhungen, infolge des Vorhandenseins des Eisstaues, erlaubt. Dabei ist es wichtig die Vielzahl der Faktoren, die den Vorgang bedingen zu untersuchen (plötzlicher Temperaturanstieg, Temperaturabfall der Luft unter $0^{o}C$, das Anwachsen des Durchflusses u.s.w.) um die Perioden relativer Stabilität bestimmen zu können.

Die kurzfristige Vorhersage (1-5 Tage Vorwegnahmezeit) kann, wie folgt erhalten werden: es werden die Durchflüsse bei Orşova vorhergesagt und mit Hilfe der Pegelschlüsselkurve werden die Wasserstände im freien Abflussregime der flussabwärts gelegenen Pegel bestimmt. Die, zu diesen Wasserständen dazugezählten vorhergesagten Erhöhungen führen zur Erreichung der wahrscheinlichen Werte in den Bedingungen des Vorhandenseins der Eisstände.

Ebenfalls beschäftigt sich der Verfasser auch mit den Möglichkeiten einer langfristigen Vorhersage (15-3o Tage).Der Verfasser geht von der richtigen Voraussetzung aus, dass der Effekt der Wasserstandserhöhung grösser ist, je stärker die Dicke des Eisstandes ist.

Die wahrscheinliche Dicke des Eisstandes und damit auch seine Dauer, wird in Funktion der Summe der negativen Temperaturen, nach seiner Erscheinung ausgedrückt (Abb.5).

Andererseits untersucht der Verfasser für zwei konkrete Fälle (Zimnicea und Oltenița) die Reihe der maximalen Werte der Erhöhungen auf eine Periode von 22 Jahren und empfiehlt die Annahme eines Wertes, der Erhöhungen D.H. gegen die obere Grenze der geordneten Reihe im Falle eines grossen Wertes D und umgekehrt.

Im Abschluss der Arbeit, drückt der Verfasser seine Meinung aus, dass im Verlauf der Durchführung der Vorhersage des Höchstwasserstandes, die Berichtigung des letzteren unbedingt notwendig ist.

Als Komentar zu dieser Arbeit erwähnen wir die Originalität der vorgeschlagenen Methode und die Möglichkeit ihrer Anwendung in anderen Abschnitten der Donau, wo infolge der lokalen Bedingungen des Flussbettes (grosses Gefälle und Geschwindigkeiten) die Erscheinung des Eisstandes ein seltener Vorgang ist. Die Methode stellt einen Anfang dar und ist Verbesserungen zugänglich. Wir nehmen an, dass die Möglichkeit besteht, im Falle der langfristigen Vorhersage eine Wechselbeziehung zwischen der Dauer des Eisstandes D und der Überhöhung mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit der studierten statistischen Reihe, zu finden. In dieser Hinsicht glauben wir, dass einige zusätzliche Erläuterungen seitens des Verfassers von Nutzen sein könnten für die nähere Erklärung dieser Aufgabe.

Als Abschluss möchte ich einen allgemeinen Aspekt hinsichtlich aller vorgetragenen Referate unterstreichen. Wie hervorgehoben wurde, führen diese Referate die Ergebnisse der An-

wendung einiger mehr oder weniger vereinfachten Methoden in konkreten Situationen, vor.

Die umfassende Analyse des Anwendungsbereiches jeder dieser Methoden ist gleichfalls ein Gegenstand, von dem wir hoffen, dass sich die Verfasser in besonderer Weise zuwenden werden.

Schlussfolgernd möchte ich einige erhaltenen Fortschritte auf dem Gebiete der Eisverhältnisse mit der Gelegenheit dieser Konferenz unterstreichen.

Die Vielfältigkeit der studierten Vorgänge, einige Mängel hinsichtlich der hydrometeorologischen Grunddaten, so wie das Nichtvorhandensein genauer quantitativer Vorhersagemethoden der meteorologischen Vorgänge, führen sicher zu Schwierigkeiten in der Ausarbeitung einiger analytischer Vorhersagemethoden. Da die Bedeutung dieser für die Volkswirtschaften der Donauländer bekannt ist, bin ich der Ansicht dass das höchste Bestreben der Hydrologen für die Verbesserung dieser Methoden vollkommen berechtigt ist.

Diskussionen

A.I.AFANASIEV (U.d.S.S.R.) macht eine Reihe genauerer Angaben bezüglich der Art und Weise in der die Vorhersagefehler der verschiedenen meteorologischen Elemente sich in dem allgemeinen Vorhersagefehler der Erscheinung der Eisverhältnisse wiederspiegeln. Gleichfalls, vertriet der Verfasser einige Ansichten bezüglich der, in dem Referat aufgeworfenen Frage, der Anwendungsmöglichkeit der elektronischen Berechnungsmethoden bei der Ausarbeitung der Vorhersage. Schliesslich präzisiert A.I.Afanasiev den besonderen anwendbaren Charakter dieser Methoden sowie auch die Lösungsweise in den spezifischen Verhältnissen der Donau.

I.ZSUFFA (Ungarische Volksrepublik) bezog sich auf die praktische Weise, in der die Aufgabe der Wasserstandsvorhersage im Falle eines isolierten Eisstaus, gelöst werden kann. Der Redner führt einige praktische Wege der Abschätzung des unterhalb des Eisstaus abgeflossenen Wasserdurchflusses, vor. Am Schluss präzisiert der Verfasser, dass die vorgeschlagene Methode einen ersten Versuch darstellt und im Verlauf der Periode, in der die Vorhersage gegeben wird, verbessert werden muss.

M.STAN (Rumänische Volksrepublik) gab einige Erklärungen hinsichtlich der physischen Bedeutung der kritischen Temperatur, die der Erscheinung der Eisschollen und des Eisstandes nötig sind, wobei sie zeigte, dass auf Grund der vorgeschlagenen Methode, bisher schon einige versprechende Ergebnisse erhalten wurden.

P.MIȚĂ (Rumänische Volksrepublik) bezog sich auf die Dynamik der Erscheinung der Winterverhältnisse und führte am Schluss beispielweise die Art in der die Vorhersage des Eisstandes in den Wintern 1955/1956 und 1964/1965 gelöst wurde, an.

V.STÁNESCU (Rumänische Volksrepublik) drückte seine Hoffnung aus, dass sowohl die vorgeführten Arbeiten als auch die geführten Diskussionen zur Verbesserung und Erweiterung der Vorhersagemethoden in der Periode der Winterverhältnisse, beitragen werden.

DIE VORHERSAGE DER VERÄNDERUNGEN DES REGIMES DER GRUNDGEWASSER

R.Cădere [x)]

Im Rahmen der Aufgaben, die das Thema die das Thema dieses Referats bilden, wurden drei Studien mit folgenden Titeln, vorgeführt:

1. Die Vereinigung der hydrologischen und experimentellen Methoden für die Lösung der Vorhersage der Gewässer der alluvionalen Zonen der Donau, Verfasser - Vaclav Zajicev, vom V U V - Prag, und Vaclav Hálek, vom V U V H-Brno.

2. Die Veränderungen des Grundwasserregimes im Gebiete Karaboas, unter den Bedingungen der Verwirklichung der energetischen Bauten auf der Donau, Verfasser - B.Ciocikov, Sofia.

3. Die Vorhersage der Grundwässer, Verfasser - V.Csobok, Budapest.

1. Von den vorgeführten Arbeiten behandelt die erste und die zweite insbesondere die folgenden zukünftigen Wasserbauarbeiten auf der Donau, bezüglich des derzeitigen Regimes der Grundwässer, indem sie die Bestimmung einiger Betrachtungen hinsichtlich der Möglichkeit der Vorhersagebeziehungen und die Bestimmung gewisser Parameter des hydrologischen Regimes für Ausnützungszwecke, mit Vorwegnahme, erlauben. Die letzte Arbeit behandelt insbesondere die Vorhersage des hydrogeologischen Regimes, sowohl für das Donauhochwasserbett, als auch für Karstquellen, indem sie die Gültigkeitsgrenzen der vorgeschlagenen Vorhersagemethoden zeigt, und nur einige Abschätzungen betreffs der Möglichkeit der Ausarbeitung der Vorhersagen im eingedämmten Regime in Zukunft, macht.

---

x) Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest

Die beiden behandelten Aspekte schliessen das Studium der gegenseitigen Abhängigkeit zwischen dem Regime der Grundwässer und dem Regime der Oberflächengewässer, sowohl durch vertikale, als auch durch seitliche Einsickerungen, unter verschiedenen Einfallswinkeln, ein. Dies, stellt eine der Hauptbeschäftigungen der modernen Hydrologie, dar. Die Aufgaben sind schwieriger, wenn man von den wasserführenden Schichten zu den Tiefenwasser übergeht.

Von diesem Gesichtspunkt aus, ist es interessant hervorzuheben, dass die Beschäftigungen auf internationalem Gebiet, sich in vielzähligen Studien so, wie sie bei den letzten internationalen Zusammenkünften der Fachleute erschienen sind, materialisieren.

So wurde bei der XII.Generaltagung des AIRH (Berkeley, August 1963), wichtige Studien, von denen folgende erwähnt werden, vorgeführt: M.I.Rorabanch, wie auch Sherwood und Klein H (USA) bestimmen die Beziehungen des Austausches zwischen dem ober-und unterirdischen Wasser in Gebieten mit hohem Durchsickerungsvermögen, während Baden und Engelsmann (Deutschland) die Beziehungen zwischen dem oben- und unterirdischen Wasser im Sumpfgebieten, also in Gebieten mit kleinem Einsickerungsvermögen, bestimmen.

K.I.Smirnov und I.B.Volfson, wie auch B.I.Kudelin und O.W. Popov (UdSSR) haben die Berechnungsmethoden in der unterirdischen Wasserversorgung hervorgehoben, sowie die Abschätzung ihres Abflusses.

Neue Forschungswege werden durch die geoelektrische Auslegung der Resistivitätsmessungen bei der Begrenzung der Wasserführenden Schichten bestimmt, wie es von H.Flathe (Deutschland) gemacht wurde, sowie die Ergebnisse jüngster Angabeforschungen auf dem Gebiete der Theorie des elastischen Regimes mit denen sich V.N.Celkacev (UdSSR) beschäftigt hat, sowie auch die Bestimmung der Abschnittskurven mit Hilfe der Berechnung der Regelungsvorräten, die S.Castany (Frankreich) zu verdanken sind.

Gleichfalls wurden bei der sechsten Zusammenkunft des A.I.H (Internationale Hydrologische Gemeinschaft) von Belgrad, September-Oktober 1963, wichtige Studien vorgeführt, unter denen, diejenige von R.Degallier (Frankreich) zeigt, welches die Methoden für die Messungen der direkten Versorgung der unterirdischen Schichten, sind. Die Gebietsabschätzung der Grundgewässer und die Bestimmung der Voraussichtskarten der ausnützbaren Quellen der UdSSR wurden von N.N.Binderman und F.Bocever, UdSSR, bestimmt. In der Lösung der Aufgaben, die in Zusammenhang mit der Vorhersage der Regimeveränderungen der Grundwässer gestellt werden gibt es zwei Forschungsrichtungen.

Eine erste Richtung, in der die hydrologischen Hauptparameter, mit ihrer Veränderung in Zeit und Raum, nur qualitativ bestimmt werden.

Eine zweite Richtung die durch die quantitative Bestimmung der Veränderung der hydrogeologischen Parameter in der Zeit auf dem gesamten betrachteten Gebiet, kennzeichnet ist. Letztere Richtung wird insbesondere, bei der Voraussicht der zeitlichen und ständigen Rückwirkungen, im Regime und Ausgleich der unterirdischen Gewässer, infolge menschlichen Eingreifens, sowie für Voraussichtsmethoden des Grundwasserregimes in natürlichem Regime, verwendet.

Im Rahmen dieser Beschäftigungen, weist die Bestimmung der Vorhersage der Veränderungen der Grundgewässer und insbesondere der wasserführenden Schicht, eine bedeutende Beziehung, sowohl mit den hydrotechnischen Bauten, als auch mit den hydromeliorativen Ausbauarbeiten, auf. Dies hat zur Folge, dass die Bestimmung des unterirdischen Wasserzuflusses und folglich die Berechnung der entsprechenden Bilanz bezüglich des Donauhochwasserbettes im stationären und nichtstationären Abflussregime , eine primordiale Beschäftigung der Hydrologen und der Hydrotechniker aller Uferstaaten, darstellt.

Indem wir diese Beschäftigungen verfolgen, behandelt das

Studium "Die Verbindung der hydrologischen und experimentellen Methoden für die Ausarbeitung der Grundwasservorhersagen der alluvionalen Zonen der Donau" die von V.Zajicev und V. Hálek dargelegt wurde, im ersten Teil die geologischen und hydrogeologischen Bedingungen, die die gegenseitige Abhängigkeit zwischen dem ober-und unterirdischen Abfluss des Donauhochwasserbettes und ihrer Nebenflüsse, March, Waag und Nitra, beeinflussen.

Die Verfasser heben auf diese Weise die Tatsache hervor, dass in den Trockenwetterperioden, die Hauptrichtung des unterirdischen Wasserlaufs des Donauhochwasserbettes der Richtung des Stromes folgt, während sie auf den unteren Läufen der Nebenflüsse, der unterirdischen Gewässer, abwechselnd entweder von dem Wasserstand der Hochwässer des Flusses während des Sommerhochwassers, oder von den Nebenflüsse, während der Frühjahrshochwässer, beeinflusst werden.

Es wurde beobachtet, dass die Wasserstandveränderungen im fliessenden Wasser, in relativ kurzen Zeitabschnitten den Wasserstand des Grundwassers, so wie er in der Pegelstation unterhalb von Bratislava, die in einer Entfernung von 1200 m vom Fluss gelegen ist, erscheint, beeinflussen.

Es wird präzisiert, dass der Anstieg der Wasserstände der Grundgewässer, der von den Hochwasserwellen hervorgerufen wurde, einen komplexen Vorgang darstellt, der nur auf Grund der Beobachtungen in der Zeit gekannt werden kann. Die Verfasser sind der Ansicht, dass die quantitative Lösung dieser Aufgaben des nichsstationären Abflusses nur durch die Anwendung der hydraulischen Berechnungsmethoden schwierig erscheint, was sie zwingt hydrologische Methoden für die Erhaltung überzeugender Ergebnisse, zu verwenden.

Der nichtstationäre Abfluss in der Hochwasserbettzone wird durch Beobachtungen betreffs des Wasserstandes des Grundwassers und des Flusswasserstandes, mit Hilfe der hydrogeologischen und hydrometrischen Beobachtungsnetzen verfolgt, in-

dem man das geometrische Volumen der studierten Aoschnitte, begrenzt. So werden die Hydroisohypsen aufgezeichnet,und mit Hilfe der Berechnung der effektiven Porosität wird die Schwankung der unterirdischen Wasserreserven bestimmt. Die Verfasser vernachlässigen die vertikale Verteilung der Niederschläge, sowie den seitlichen Zufluss, wenn diese Faktoren wenig bedeutend sind.

Auf Grund der Verwendungsmethode wurde die Anhäufung der Grundwasservorräte, während den charakteristischen Hochstwasserperioden auf der Waag, vor dem Abschluss der hydrotechnischen Bauten auf diesem Fluss, sowie die Veränderungen der unterirdischen Wasservorräte des Donauhochwasserbettes im untersuchten Abschnitt, in Funktion der Winter-und Frühjajrshochwässer, berechnet.

Die Verfasser haben für die Lösung dieser Aufgaben die elektrische Modellierung durch ein Netz mit Wiederstandsknoten, verwendet, indem sie die derzeitigen hydrologischen Vorgänge, sowie diejenigen, die nach der Verwirklichung der entworfenen hydrotechnischen Bauten, stattfinden werden, verfolgt haben. So, wurde die Aufgabe des Raumes auf eine Anzahl der Analogie reduziert, die auch von der Tatsache,dass die Schwankungen der Oberfläche im Vergleich mit der Dicke der durchlässigen Schicht, klein sind, auferlegt wurde.

Für den allgemeinsten Fall in nichtstationärem Strom,verwenden die Verfasser die Beziehung:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \cdot \left(\frac{KH_t}{\mu} \cdot \frac{\partial h}{\partial x}\right) \qquad (1)$$

wo:

h - die Summe der piesometrischen und geodesischen Höhen;

t - die Zeit;

K - der Durchlässigkeitskoeffizient;

μ - die effektive Porosität.

Im Falle wenn $\frac{KH_t}{\mu}$ sich längs der Achse x wenig verändert, kann die Formel

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{KH_t}{\mu} \cdot \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} \qquad (2)$$

verwendet werden.

Die Gleichung (3) wird von den Verfassern experimentell mit Hilfe der elektrischen Analogie gelöst.

Für die Beschreibung eines nichtstationären eindimensionellen unterirdischen Stromes mit einer freien Wasseroberfläche, die leicht geneigt ist, in der auch der Einfluss der Verdunstung, der Niederschläge und der Transpiration der Pflanzen, berücksichtigt wird, verwenden die Verfasser die Gleichung:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = a'_n \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + b(x,t) \qquad (3)$$

Der Wert der Parameter a_n und b werden in den Grenzbedingungen bestimmt.

Aus dieser allgemeinen Gleichung gehen auch die Beziehungen hinsichtlich der Einzelfälle hervor. Als Schlussfolgerung dieses Studiums wird gezeigt, dass für die praktische Lösung der Aufgaben dieser Art die numerischen und experimentellen Methoden kombiniert verwendet wurden; gute Ergebnisse wurden mit dem elektrischen Netzanalysator HYDRAL, der bei V U V H-Brno gebaut wurde, erhalten. Derart wird der Einfluss der zukünftigen Grenzbedingungen bestimmt, indem man auf praktische Weise die Vorhersage der Wasserstände des Grundwassers unter dem Einfluss der hydrotechnischen der projektierten Arbeiten, bestimmt.

Die Verfasser zeigen, dass die Lösung der Aufgaben mit Hilfe der Verwendung der hydrodynamischen, hydraulischen und kombinierten Methoden, durchgeführt wurde, wobei die erhaltenen Ergebnisse den Rahmen der Grundwässer überschreiten, und auch in der Verwendung der kurzfristigen Vorhersagevorgänge der fliessenden Gewässer, ausgewendet werden können.

Dieses Studium ist ausserordentlich interessant, da man die Komplexität der mathematischen Berechnungen betreffs der unterirdischen Hydraulik berücksichtigt, und die Verfasser

auch zur praktischen Lösung der Aufgabe, durch die Verwendung der analogischen Modellierung übergegangen sind.

Es ist wiederum interessant, dass die Verfasser die vorgeführte Bilanzbeziehung (3), alle Faktoren, also auch die Niederschläge oder die Verdunstung, berücksichtigen. Es wurde sehr instruktiv erscheinen, wenn man auch die Modalitäten, nach denen diese beiden bedeutenden Faktoren und insbesondere die Verdunstung, erwähnen würde.

Der Vorschlag der Vernachlässigung der vertikalen Veränderungen, infolge der Niederschläge, sowie des seitlichen Zuflusses, wenn diese Faktoren weniger bedeutend sind, im Falle des stationären Abflusses, würde genauer sein wenn man zeigen würde, welches die Grenzen sind bis zu denen man in dieser Abschätzung, vordringen kann.

Gleichzeitig, ist auch die Verwendung der geophysischen Verfahren, insbesondere die, der elektrometrischen und seismischen für die Bestimmung der hydrogeologischen Hauptparameter, ein Vorschlag, der zur Vervollständigung der Arbeitsmethode, die in diesem wertvollen Studium gezeit wird, führen könnte.

Das zweite Studium: "Die Veränderung des Regimes der Grundgewässer in der Senkung Karaboas, in den Bedingungen der hydrotechnischen Bauten auf der Donau", von B.Ciocikov, zeigt, dass die unternommenen Untersuchungen die betreffs der Senkung von Karaboas gemacht wurden, morphologische Einheit, die ein altes Flussbett der Donau darstellt, das im nachhinein mit alluvionalem detritischen Material, angefüllt wurde.

Diese in der Vergangenheit, vom Fluss überschwemmte Senkung wird heute im Rahmen der durchgeführten hydromeliorativen Bauten (Dämme, Pumpstationen für Entwässerung, Pumpgruppen für Bewässerungen etc.), untersucht.

Der Verfasser untersucht die Lithologie der Ablagerungen, mit denen die Senkung angefüllt ist, indem er eine starke und auf drei Schichten konkretisierte Schwankung feststellt; an

der Oberfläche eine kompakte Tonschicht, unter der sich tonhaltiger Sand bildet (K_f = o,5 - 2 m/Tag), wobei diese Aufeinanderfolge durch eine Schicht von Schotter und Sand (K_f = = 1,8o m/Tag) beendet wird; in dieser Schicht wird eine mit der Veränderung der Wasserstände der Donau in direkter Verbindung stehenden wasserführenden Schicht, beherbergt.

Das Grundwasserregime wurde auf Grund der langfristigen Beobachtungen (17 Jahre), die in Beobachtungsbrunnen, die in einem gleichförmigen Netz durchgeführt wurden, für die ganze Oberfläche der Senkung studiert.

Auf Grund dieser Beobachtungen, wurde die Wechselbeziehung zwischen den mittleren Monats-und Jahreswasserstände der Donau, im Vergleich mit der wasserführenden Schicht, die sich in der Senkung bildet, bestimmt. Die Beziehung zwischen diesen Wasserständen ist linear und hat die Form:

$$Y = o,383\ x + 2o.53o$$

In der Arbeit wird gezeigt, dass man auf einem Modell EGDA Versuche für die Bestimmung des eingesickerten Durchflusses im Falle verschiedener veränderlicher Werte des Wasserstandes der Donau, wie auch auf Grund der Beobachtungen der Wasserstandes der Brunnen, durchgeführt hat. Das Modell wurde im Massstab 1 : 7oo gebaut und der eingesickerte Durchfluss - auf einer Front von 1 km - wurde auf Grund der Benutzung der praktischen Daten auf Q = 1,2o m^3/s, bestimmt.

Der Zweck dieser Arbeit - dem Verfasser nach - ist, die Durchflüsse durch Brunnen (von 25 zu 25 m) zu evakuieren, die als Folge der Hebung des hydrostatischen Niveaus, der hydrotechnischen Bauten wegen, erscheinen, um den unterirdischen Wasserstand aufrecht zu erhalten, der eine normale Agrarproduktion erlaubt.

Die Arbeit erscheint als ein interessanter Beitrag durch die Art in welcher die Analog-Methoden, bei der Bestimmung des Beitrags der Einsickerungswasser auf begrenzte Sektoren, lo-

kal angewendet werden. Es muss jedoch hervorgehoben werden, dass die Methode auf einen sehr kleinen Sektor (175 m) angewendet ist und die Ergebnisse auf eine breite Front von einigen zehn km extrapoliert wurden.

Eine solche Extrapolierung scheint wenig üblich unter Berücksichtigung der nicht-omogenen hydrogeologischen Bedingungen, welche auf einer so grossen Länge erscheinen können, und wo es schwer ist eine beschränkte Strecke zu bestimmen, wie für den ganzen Sektor als kennzeichnet betrachetet werden kann.

Es erscheint folglich als absolut notwendig, um die Richtigkeit der gemachten Abschätzungen zu beurteilen, dass der Verfasser die, im untersuchten Fall speziell eintretenden Bedingungen zeigt, die eine solche Verallgemeinerung erlauben. Ohne eine genauere Angabe dieser Bedingungen, welche sich auf ein gründliches und komplexes geologisches Studium stützen müssen, in welchem auch der Einfluss der seitlichen Zuflüsse der ganzen Zone untersucht wird, könnten diese Verallgemeinerungen nicht aufrechterhalten werden. Es wäre ebenfalls interessant, vergleichend die Ergebnisse anderer Methoden zu kennen, im besonderen die der analytischen Berechnungsmethoden.

Aus dem Text dieser bemerkenswerten Arbeit geht nicht hervor, ob die Arbeit das Vorhandensein der saison-wasserführenden Schicht, kennzeichend hauptsächlich den tiefliegenden Zonen des Donauhochwasserbettes berücksichtigt, wie aus den Ergebnissen, der im Netz der hydrologischen Brunnen gemachten Beobachtungen, hervorgeht. Diese im Saison erscheinende Schicht muss normaler Weise auch in der Tiefebene Karaboas vorhanden sein, da sie sicher durch Niederschläge entsteht, die Tatsachen berücksichtigend, dass die obere Tonerde eine undurchlässige Schicht enthält, was in der Vergangenheit den Sumpfcharakter der Zone bestimmt hat.

Die dritte Arbeit "Vorhersage der Grundwässer" von V.Csobok, bezieht sich auf die Ergebnisse, die von den in zehn Jahren

in Ungarn gesammelten Angaben, erhalten wurden.

Im ersten Teil wurden systematische Beobachtungen an 121 Brunnen des Netzes der "Grossen Ebene" und an 4o Brunnen für die "Kleine Ebene" gemacht, welche zur Aufstellung der Karten mit maximalen und minimalen Isolinien des hydrostatischen Niveaus führen. In Funktion dieser Beobachtungen, stellt man fest, dass das hydrostatische Niveau zonal von eins zu über vier Metern unter der Bodenoberfläche schwankt, wobei die Daten auch mit den Niederschlägen in Wechselbeziehung stehen.

Die Genauigkeit der Vorhersage ist im laufe mehrerer Jahre geprüft, einige Abweichungen verdanken sich dabei den Abweichungen der Niederschläge vom vieljährigen Mittel (der Fall von 1957).

Durch den Vergleich der Angaben der Vorhersage mit den reellen, folgt die Differenz von $\pm$ 23 cm für lange Perioden, $\pm$ 21 cm für kurze Perioden, im Falle der Übereinstimmung mit den Vorhersagen der Niederschläge jedoch sind diese Differenzen noch kleiner, $\pm$ lo cm.

Im gestauten Regime erhält man die gegenseitige Wirkung welche die Verhältnisse zwischen dem fliessenden und dem unterirdischen Wasser bestimmt, durch Reihen von transversalen Brunnen auf dem Lauf des Wassers, in welchen die Messungen regelmässig durchgeführt werden (von 3 zu 3 Tagen).

Die Wechselbeziehung zwischen dem führenden und dem unterirdischen Wasser wird von der relativen Lage, des Wasserstandes des Oberwassers ($\frac{h_o}{\Delta t}$) zum hydrostatischen unterirdischen Niveau von hydraulischen Gradienten (I) gegeben, welche durch die Gleichung (5) ausgedrückt wird:

$$q = q_o + q_1 = f(I) + f(\frac{\Delta h_o}{\Delta t}) \qquad (5)$$

Man stellt fest dass die Einsickerung des Wassers in den oberen Schichten grösser ist als in den unteren, wobei diese Schwankungen durch Querschnitte auf dem Fluss, wie auch durch

einen Synthese-Längsquerschnitt längs des Flusses wiedergegeben werden.

Im zweiten Teil der Arbeit werden die, durch den Kadaster erhaltenen Ergebnisse, die Messungen und die Beobachtungen in der Zeit hinsichtlich der Karstquellen aus Ungarn, die und zur Feststellung einer engen Beziehung dieser mit den Niederschlägen, von denen diejenigen aus den Monaten ohne Vegetation eine Höchstwirkung haben, analysiert (" die bestimmenden Niederschläge").

Aus der Verwendung dieser Angaben wurde eine rückblickende (virtuelle) Vorhersage auf 27 Jahre, aus der hervorging, dass für ungefähr 5o % der Voraussicht, die Anweichungen zwischen o - 1o %, und für andere 22 % der Voraussicht zwischen 21 und 3o % und, schliesslich für den Rest über 31 %, schwanken, durchgeführt.

Das vorgeführte Studium ist wertvoll und hebt die in Ungarn erhaltenen Ergebnisse in der Vorhersage des Grundwassers, durch die Verwendung der Beobachtungen von Dauer in den hydrographischen Netzen von hydrologischen Beobachtungsstationen, also durch die statistische Methode bei einem anderen Entwicklungsgrad in Rumänien, hervor.

Die Verfasserin bringt zum Studium der Grundwasser des Donauhochwasserbettes im natürlichen und eingedämmten Regime, indem die Experimentierung der erhaltenen Ergebnisse auch durch Block-diagramm wiedergegeben werden, können, einen bedeutenden Beitrag.

Gleichfalls, wäre es interessant die Präzisierung der Kriterien, in Funktion welches Kriteriums die virtuelle Vorhersage für die Karstquellen durchgeführt wurde, für die Anwendung dieses Verfahrens und in ähnlichen Fällen aus anderen Ländern, wiedergegeben.

.'.

Schlussfolgernd kann gesagt werden: Aus der Prüfung dieser interessanten Arbeiten folgt der aussengewöhnliche wissenschaftliche und ökonomische Wert der genauen Feststellung der Angaben der Vorhersage für die unterirdischen Wasser des Donauhochwasserbettes.

Die Studien beziehen sich auf die Benützung der statistischen und analogischen Arbeitsmethoden und - mittel, die den Übergang von der qualitativen zur quantitativen Etappe der Kenntnis dieser Angaben, erlauben.

Das Interesse für diese Aufgaben wird durch die Beteiligung durch Fachstudien mehrerer Uferstaaten, unterstrichen.

Es wird das wachsende Gewicht, welche solche Arbeiten, falls moderne Forschungsmethoden, die von der Geophysik gegeben sind, verwendet werden, unterstrichen und wenn man bei der Prüfung des Komplexes von unterirdischen Wässern auch die saisonieren Grundwasser berücksichtigt.

Das Referat, welches wertvolle Arbeiten bezüglich der Vorhersagen der Grundwasser vorführt, gibt einige Vorschläge, welche den Diskussionen, bezüglich eines solch grossen und aktuellen Problems freies Feld lassen.

D i s k u s s i o n e n

L.GODA (Ungarische Volksrepublik) dankt für die günstigen Schätzungen die im Referat bezüglich des hydrogeologischen Netzes Ungarns, gemacht wurden; weiterhin erklärt er wie man die "virtuelle" Vorhersage im Karst, die in Pecs untersucht wurde, durchführte, wobei er zeigte dass dem Studium die Angaben von 1000 Brunnen zugrunde lagen.

Der Redner zeigt, dass für die Berechnung der Durchflüsse der Grundwässer und Karstwässer, neben den Angaben aus dem hydrogeologischen Netz, gleichfalls auch Versuchsbecken und komplexe Forschungsstationen, verwendet werden.

B.TSCHOTSCHKOW (Volksrepublik Bulgarien) erwähnt, dass er in seiner Arbeit den Beitrag der Niederschläge und der Sikkerungen aus dem Boden nicht berücksichtigte, da deren Einfluss im Vergleich zum Einfluss der Donauwasserstände sehr klein ist.

Der Redner zeigt, dass auch in Bulgarien, neben den Feldversuchen, auch Laborversuche bezüglich der Grundwässer, durchgeführt werden.

I.PANĂ (Rumänische Volksrepublik) führt die Ergebnisse der Studien aus der Donautiefebene vom rumänischen Ufer an, wo das Schwankungsregime der Donauwasserstände als bedeutendster Faktor erscheint, wobei der Terrassenzufluss und der Niederschlagszufluss, jeder im einzelnen genommen, 10-20 mal kleiner ist.

Im Zusammenhang mit den Modellversuchen aus Bulgarien, betrachtet der rumänische Fachmann diese als interessant jedoch nur informativ, da die grosse Karaboassenke nichtomogene Kennzeichen aufweist; andererseits ist der Koeffizient K_f auf Grund örtlicher Betrachtungen, zu gross.

R.CADERE (Rumänische Volksrepublik) unterstreicht die Be-

deutung des geologischen und litho-fazialen Studiums in der Bestimmung der Grundwasservorhersage aus der Donautiefebene, wobei er präzisiert, dass die lithologischen Kreuzstrukturen komplexe Systeme schaffen können, und ihr Einfluss von den Vorhersageberechnungen bestimmt wird.

Der Referent zeigt gleichfalls, dass infolge der, seitens der Forschungsanstalt für Wasserbau in der Donautiefebene durchgeführten Studien sich das Vorhandensein neben einer ständigen Grundwasserschicht auch das, einer Saisongrundwasserschicht, die in den zukünftigen Studien berücksichtigt werden muss, ergibt.

VERSCHIEDENE AUFGABEN IM ZUSAMMENHANG MIT DER AUSARBEITUNG DER HYDROLOGISCHEN VORHERSAGEN

D.Lăzărescu [x)]

Dieses Referat umfasst drei Arbeiten, die Fragen behandeln, die in keines der vorangehenden Referate einbezogen werden konnten, wobei sie sich auf Hilfsprobleme der Ausarbeitung der hydrologischen Vorhersagen beziehen oder eine Bilanz der Forschungstätigkeit und Versorgung der Volkswirtschaft mit hydrologischen Vorhersagen auf eine bestimmte Periode, vorführen.

Eines dieser Referate und zwar dasjenige von I.Ujvary "Die Hauptgesetze der Bilanzbildung und der Bildung des hydrologischen Regimes im Donaueinzugsgebiet" führt uns die Eigentümlichkeiten des hydrometeorologischen Regimes des Donaueinzugsgebietes, vor.

Infolge des Einflusses der wichtigsten klimatischen Wirkungszentren (atlantischer, mittelmeerischer und kontinental-euroasiatischer Einfluss) bemerkt man nach I.Ujvary im Einzugsgebiet der Donau eine allgemeine Verminderung der Feuchtigkeit von Westen gegen Osten für alle Höhenlagen, einen klaren Unterschied der Grösse der Elemente der hydrischen Bilanz auf den Hängen mit verschiedenen Aussetzungen, sowie eine enge Abhängigkeit der Elemente der hydrischen Bilanz in Funktion der mittleren Höhenlage des Einzugsgebietes (vertikale Zonalität) in verschiedenen Zonen des Einzugsgebietes.

Auf Grund dieser Abhängigkeiten analysiert der Verfasser die territorielle Verteilung der Elemente der hydrischen Bilanz und führt die Karten mit den Isolinien jedes einzelnen Ele-

---

x) Forschungsanstalt für Wasserbau, Bukarest

mentes vor: die Niederschläge (Abb.2-a/VII-3), der Abfluss (Abb.2-b/VII-3), die Verdunstung (Abb.2-c/VII-3).Obwohl die Gebirgsgegend kaum 36 % der Oberfläche des Donaueinzugsgebietes einnimmt, fallen in diesem Gebiet cca 5o % der Niederschläge, bilden sich 75 % des Abflusses und verdunsten nur 33 %. Daher kann man die grosse Wirkung, die die Gebirgsgegenden auf die Bildung des hydrologischen Flussregimes ausüben, beobachten.

Dieselbe enge Abhängigkeit mit der mittleren Höhenlage des Einzugsgebietes bemerkt man auch betreffs des Saisonabflusses in % des Jahresabflusses ausgedrückt. In Abb.3-a-b-c-d/ VII-3 werden die Karten mit den Prozenten des Abflusses während des Winters (XII - II), des Frühlings (III - V), des Sommers (VI - VIII) und des Herbstes (IX - XI) wiedergegeben.

Der Verfasser hebt gleichfalls den ausgeglichenen Charakter des Donauregimes auf seinem unteren Abschnitt, infolge der sukzessiven Summierung der vielfältigen Regimetypen des Flusseinzugsgebietes, hervor.

Ein anderes Referat, von W.Laszloffy: "Graphische und numerische Beziehungen in den hydrologischen Vorhersagen" führt eine Bilanz der Vorteile und Nachteile der graphischen und numerischen Ausarbeitungsverfahren der hydrologischen Vorhersagen, aus.

Nach dem Verfasser, haben die graphischen Verfahren den Vorteil, dass sie ein plastisches, nützliches Bild, sowohl für die Ausarbeitung der Vorhersagebeziehungen, als auch für deren Anwendungen, wiedergeben. Im Falle der Bestimmung der Vorhersagebeziehungen muss der Hydrologe auf Grund einer tiefen Kenntnis der gegenseitigen Abhängigkeit zwischen den Vorgängen einige wichtige Veränderlichen aus der Vielzahl der Faktoren, die Einfluss haben, auswählen; dieses Auswahlverfahren kann von der Maschine nicht gelöst werden, nur wenn die Beziehungen zwischen den Veränderlichen linear sind oder wenn im Falle der krummlinigen Beziehungen, diese im voraus bekannt sind.

Die Maschine hat einen absoluten Vorteil, wenn die Zahl der abhängigen Veränderlichen gross ist, Fall in dem, infolge ihrer grossen Produktivität, sie eine grosse menschliche Arbeitsquantität ersetzt.

Die Maschine hat Vorteile auch im Falle der Automatisierung der Registrierung und Übertragung der Wasserstände, wenn die Ergebnisse auf Lochkarten wiedergegeben werden.

Während das graphische Verfahren auf den ersten Blick kontrolliert werden kann, benötigt das mechanische Verfahren den Entwurf spezieller Kontrollmethoden.

Der Verfasser zieht die Schlussfolgerung, dass die gleichzeitige und übereinstimmende Verwendung der zwei Verfahren der beste Weg ist.

Schliesslich zeigt uns das dritte Referat, das Referat von K.Body, die Erfolge und Erfahrungen auf dem Gebiete der kurzfristigen Vorhersagen der Wasserstände der ungarischen Fachleuten in den letzten lo Jahren. Der Verfasser legt die Ergebnisse der Verwendung in der Volkswirtschaft der von VITUKI ausgeführten Beziehungen für die Vorhersage der Scheitelwerte der Hochwasserwelle und für die laufende Vorhersage der Wasserstände auf der Donau und auf den anderen grossen Flüssen Ungarns, dar.

Die Vorhersage der Scheitelwerte der Hochwasserwellen wird entweder auf Grund der Niederschläge, oder auf Grund der entsprechenden Wasserstände ausgearbeitet. Im ersten Fall erhält man zum Beispiel für Budapest Durchschnittsfehler der Wasserstände von 4o,5 cm und Durchschnittsfehler des Datums ihres Auftretens von 24 Stunden bei einer Vorwegnahme von 5 - 6 Tagen, und im zweiten Fall einen Durchschnittsfehler von 14,3 cm bei einer Vorwegnahme von 2 - 3 Tagen.

Solch gute Ergebnisse erhält man auch für eine Reihe anderer Pegelstationen der Donau und der grossen Flüsse Ungarns.

Die laufende Vorhersage der täglichen Werte stützen sich auf

den Längsquerschnitt der Veränderungen von einem Tag zum anderen der Wasserstände auf dem Donauabschnitt Bratislava - Mohács (Verfahren, das von K.Szesztay bei der ersten Konferenz der Donauländer, die im Jahre 1961 in Budapest abgehalten wurde, mitgeteilt wurde); die erhaltenen Durchschnittswerte betragen 10 - 12 cm für eine Vorwegnahme von 4 Tagen und fallen mit der Verkleinerung der Voransageperiode.

Am Schluss schlägt der Verfasser eine Reihe technisch-organisatorischer Massnahmen, für die gute Versorgung der Volkswirtschaft mit hydrologischen Vorhersagen, vor.

Indem wir eine Übersicht hinsichtlich dieser, als Objekt so verschiedenen Referate machen, können wir behaupten, dass sie für die Teilnehmer der Konferenz, von Nutzen sind.

Solche Arbeiten, wie diejenige von I.Ujvary, die Eigentümlichkeiten der hydrischen Bilanz und des hydrologischen Regimes aus dem Einzugsgebiet der Donau hervorhebt, haben die Gabe den hydrologischen Forschern sowie denjenigen, die die effektive Versorgung mit hydrologischen Vorhersagen durchführen, nützliche Elemente hinsichtlich der Landschaft des Donaueinzugsgebietes, zur Verfügung zu stellen. Es ist wünschenswert, dass die Studien auch hinsichtlich des Wassergehaltes des Schnees im Donaueinzugsgebiet, sowie die Dynamik ihres Anstiegs und ihrer Erschöpfung, in Zukunft fortgesetzt werden soll, da diese Elemente darstellen, die für die Vorhersagen der Frühlingshochwässer absolut nötig sind; gleichfalls wäre das Studium der Trockenwetterperioden im Donaueinzugsgebiet von Interesse.

Die von W.Laszloffy, hinsichtlich der Anwendbarkeit der graphischen und numerischen Verfahren bei der Ausarbeitung der hydrologischen Vorhersagen, gemachten Schätzungen, sind in ihrer Gesamtheit richtig.

Es wäre zusätzlich die Tatsache hervorzuheben, dass obwohl die Maschine die vieljährige menschliche Erfahrung nicht gänzlich ersetzen kann, sie trotzdem, dank der grossen Pro-

duktivität und der manigfaltigen Möglichkeiten, die umsotiefere Vervollkommnung des Verwendungsvorganges in der Zeit, erlaubt.

Was den Bericht von K.Body anbelangt, erwägen wir, dass solche Syntheseberichte bei jeder Konferenz seitens der teilnehmenden Länder die der Anwendung einiger Methoden eine endgültige Form gegeben haben, vorgeführt werden müssten; solche Berichte erlauben einen nützlichen Erfahrungsaustausch.

Wir betrachten, die Tatsachem dass die teilnehmenden Länder in Zukunft, im Rahmen der verschiedenen Probleme, auch Berichte hinsichtlich der Automatisierung der Messungen und des Systems der Zentralisierung der Angaben in Anbetracht der Vorhersagung, sowie auch praktische Beispiele der Verwendung der elektronischen Rechenmaschinen bei der Bestimmung der Vorhersagebeziehungen vorführen sollen, als sehr nutzbringend.

D i s k u s s i o n e n

W.LASZLOFFY (Ungarische Volksrepublik) unterstreicht die grosse Bedeutung der Definitionen, so dass die Fachleute aller Länder für denselben Sinn denselben Ausdruck verwenden sollen. Der Redner erklärt sich mit der seitens von W.Kresser für die kurzfristige Vorhersage gegebene Definition einverstanden.

K.CEHAK (Osterreich) macht darauf aufmerksam, dass die bei der Konferenz vorgeführten Arbeiten die Aufgabe der Fehler nicht genügend behandelten.

Im Zusammenhang mit der Übermittlung der hydrologischen Angaben durch die meteorologischen Kanäle, sieht der Redner keine Möglichkeit, da diese Kanäle schon mit den meteorologischen Angaben überlastet sind.

W.KRESSER (Osterreich) : Nach einer kurzen Darlegung der eigenen Forschungen auf dem Gebiete der kurzfristigen Vorhersage, schlussfolgert er, dass man auf Grund der Jahreswerte keine gültigen Vorhersagen erhalten kann, sondern nur mit den Monatswerten.

C.DIACONU (Rumänische Volksrepublik) zeigt, dass die hydrologischen Vorhersagemethoden das Stadium der Wasserkenntnis der Kenntnis des Bildungsvorganges des Abflusses, wiederspiegeln. Zur Zeit werden diese Vorgänge nicht genügend studiert, so dass die Vorhersagemethoden die die Gesamtbeiwerte verwenden, gerechtfertigt sind.

A.BECKER (Deutsche Demokratische Republik) möchte die von Prof.Kresser für die kurzfristige Vorhersage gegebene Definition präzisieren, wobei er hervorhebt, dass eine solche Vorhersage sich auf einon Vorgang, dessen Wirkungen schon in einem bestimmten Teil des Einzugsgebietes auftreten, bezieht. Gleichfalls zeigt er, dass die Erklärung eines Begriffes wie

zum Beispiel derjenige des Abflusskoeffizienten auf konkrete Art gemacht werden muss, im Zusammenhang mit dem entsprechenden Vorgang.

I.UJVARY (Rumänische Volksrepublik) hob die grosse Bedeutung die der territoriellen Verallgemeinerung in der Hydrologie zukommt, hervor und besteht auf der Notwendigkeit der ständigen Vervollkommnung der territoriellen Verallgemeinerungsmethoden.

I. Предисловие

С 25 по 30 мая 1965 г. в Бухаресте состоялась III-я Международная конференция придунайских стран по гидрологическим прогнозам, организованная Научно-исследовательским институтом гидротехники (НИИГ).

Эти конференции - первая, организованная Будапештским Научно-исследовательским институтом водного хозяйства (ВИТУКИ), состоялась в 1961 году в Будапеште, вторая, организованная Австрийским обществом водного хозяйства (ÖWWV), состоялась в 1963 году в Граце - имеют целью обеспечить более тесное сотрудничество между специалистами придунайских стран в такой важной области как исследования гидрологических прогнозов.

Все растущий интерес специалистов придунайских стран в отношении этих конференций может быть продемонстрирован увеличивающимся количеством представленных работ: 7 в 1961 году, 14 в 1963 году и 25 в 1965 году. Интерес к этим конференциям вышел за пределы бассейна Дуная, так как на этих конференциях участвовали специалисты Франции, Германской Демократической Республики и Голландии.

Такие конференции в настоящее время тесно связаны с деятельностью Международного Гидрологического Десятилетия по линии регионального сотрудничества между придунайскими странами в области гидрологии.

Конференции гидрологических прогнозов подготовлены путем сотрудничества учреждений, управляющих деятельностью гидрологических прогнозов в каждой придунайской стране в отдельности.

Для подготовки работ III-ей конференции по приглашению Научно-исследовательского института гидротехники (НИИГ) в Бухаресте 29.05.1964 года состоялось совещание с участием представителей вышеуказанных учреждений, а именно:

Х.Шимпф (Австрия)
И.Еринин (Болгария)
К.Штельцер (Венгрия)
К.Сестой (Венгрия)
М.Семенеску (Румыния)
С.Думитреску (Румыния)
Ж.Буанар (Румыния)
Д.Лэзэреску (Румыния)
[redacted]
Р.Дражета (Югославия)

На этом совещании была установлена тематика и ряд деталей по организации III-й конференции. Участники совещания пришли к выводу, что на будущее целесообразно:

- устраивать конференции каждые 2 года в придунайских странах поочередно;

- коллективу из представителей учреждений, управляющих деятельностью гидрологических прогнозов, собираться в годы между конференциями в стране-организаторе предстоящей конференции с целью подготовки соответственной конференции;

- обязанности секретариата этого коллектива будет иметь учреждение, организующее эту конференцию, в течение всего периода, начиная с организации конференции и вплоть до распределения материалов конференции;

- материалы, представленные для конференции должны быть размножены и разосланы участникам страной-организатором.

2. Ход работ конференции

Конференция была открыта 25 мая 1965 года директором бухарестского Научно-исследовательского института гидротехники Государственного Комитета Водного Хозяйства С.Думитреску.

Заместитель председателя Государственного Комитета Водного Хозяйства Р.Эрнест горячо приветствовал более 100 участников конференции, из которых 34 делегата из-за рубежа. Он показал особое значение гидрологических прогнозов в условиях развитой экономики и политики комплексного и рационального использования водных ресурсов, затем пожелал успеха участникам конференции.

25 и 26 мая были представлены доклады и велись дискуссии относительно этих докладов.

С целью выделения большего времени для обсуждений,25 работ (2 из Австрии, 7 из Чехословакии, 5 из Венгрии, 1 из Болгарии, 9 из Румынии и 1 из СССР) были представлены в семи обобщающих рефератах, соответствующих группам проблем,предвиденных в тематике конференции. Общие рефераты составлены румынскими специалистами и опубликованы в конце настоящего тома; в них вкратце изложена актуальная теоретическая и практическая стадия в соответствующей области, представлено содержание сообщений, комментарии относительно рассматриеваемых проблем, а также перспектива для дальнейшей деятельности.

Для более детального ознакомления с проблемами, до начала конференции участники получили в свое распоряжение сборник докладов в оригинале и на немецком языке, а также резюме каждого доклада на официальных языках конференции (французском, немецком, румынском, русском).

С этой же целью во время работы конференции была обеспечена одновременная трансляция рефератов и дискуссий на немецкий, румынский и русский языки.

Многочисленные дискуссии велись по уточнению некоторых мест собственного реферата, по обсуждению других рефератов,а также по общим соображениям относительно теоретических и практических вопросов из области гидрологических прогнозов.Краткое изложение дискуссий дано в конце сборника после каждого из общих рефератов.

26 мая 1965 г. до изложения и обсуждения последнего реферата, некоторые зарубежные делегации приветствовали участников конференции.

Делегат Придунайской Комиссии, Р.Раданович, отметил большой интерес Дунайской Комиссии к работам конференции по прогнозам.

Руководитель делегации Чехословакии, М.Бальцо, подчеркнул, что конференции по гидрологическим прогнозам получили традиционный характер. Далее руководитель чехословацкой делегации объявил, что по поручению Чехословацкого национального комитета по вопросам Международного гидрологического десятилетия он предлагает провести IУ-ую конференцию придунайских стран по гидрологическим прогнозам в 1967 году в Братиславе.

Руководитель австрийской делегации Х.Шимпф положительно оценил организацию конференции, и подчеркнул тот факт,что участники получили до начала конференции сборник со всеми рефератами. В заключение, австрийский делегат отметил значение таких научных конгрессов в начале Международного гидрологического десятилетия и выразил надежду, что такое сотрудничество между придунайскими странами будет проявляться и в других областях гидрологии. После обсуждения последнего реферата выступил директор Научно-исследовательского института гидротехники, С.Думитреску, который подчеркнул значение работ конференции для практической деятельности представленных учреждений,затем поблагодарил авторов рефератов, принявших участие в дискуссиях и всех делегатов за их вклад в успешное проведение конференции.

27 мая 1965 г. утром было организовано посещение Научно-исследовательского института гидротехники гор. Бухареста.

После посещения института, по предложению руководителя венгерской делегации, участники конференции обменялись мнениями относительно организационных вопросов IУ-ой конференции. Из дискуссий пришли к выводу, что Чехословацкий Национальный Комитет по вопросам Международного гидрологического десятилетия в будущем представит остальным придунайским странам предложения в связи с проведением IУ-ой конференции, участники конференции показали, что целесообразно с этой целью провести совещание представителей учреждений по прогнозу придунайских стран в 1966 году.

После конференции последовала научная поездка с 27 по 30 мая 1965 г. по Нижнему Дунаю от Галаца до Тульчи и в Дельту Дуная до Черного моря (Сулина). Во время научной поездки участники получили информации по гидрологическим и гидротехническим проблемам Дельты Дуная и румынского побережья Черного моря (аспекты гидрологического режима и спроектированных и построенных гидротехнических сооружений).

III-я Международная конференция придунайских стран по гидрологическим прогнозам явилась удобным средством для лучшего взаимоознакомления деятельностью придунайских стран в этой области и для начала непосредственных контактов между специалистами различных стран.

3. Список участников

Австрия

Р.ВЕТЦЕЛ	Общество "Австрийско-Баварские электростанции".
Е.ГЛАЗЕЛ	Федеральное Министерство Сельского и Лесного Хозяйства (Центральное гидрологическое бюро).
Х.ГРАССИНГЕР	Общество " Австрийские Дунайские гидроэлектростанции ".
К.Д.ГУТКНЕХТ	Высшее Техническое Учебное Заведение.
К.КНАУЭР	Общество "Австрийское электрохозяйство".
В.КРЕССЕР	Институт Гидравлики и Гидрологии.
О.КРЕЧМЕР	Общество "Австрийские Дунайские электростанции".
Х.КРИШ	Общество "Электростанция Иохенштейн на Дунае".
Г.МУНДТ	Общество "Австрийско-Баварская электростанция".
Х.МЮЛЛНЕР	Федеральное Министерство Торговли и Реконструкции.
Ф.НЕЙГЕР	Общество "Австрийские электростанции".
Р.ПЕРТУСИНИ	Федеральное Министерство Связи и Электрического Хозяйства.
М.ПЛАЦЛ	Общество "Электростанции в Эннсе".
К.ЧЕХАК	Центральный Институт Метеорологии и Гидродинамики.
Х.ШИМПФ	Федеральное Министерство Сельского и Лесного Хозяйства (Центральное гидрологическое бюро).

И.ШТУТТЕРЕР	Федеративное Министерство Торговли и Реконструкции.

Народная Республика Болгария

К.ФАНКОВ	Метеорологический отдел УППД
Б.ЧОЧКОВ	Метеорологический отдел УППД

Венгерская Народная Республика

Л.ГОДА	Научно-исследовательский институт водного хозяйства.
И.ЖУФФА	Научно-исследовательский институт водного хозяйства.
В.ЛАСЛОФФИ	Научно-исследовательский институт водного хозяйства.

Германская Демократическая Республика

К.БАУЭР	Университет "Гумбольдт", Берлин.
А.БЕККЕР	Институт Водного Хозяйства
Х.ВАГНЕР	Технический Университет, Дрезден.
Р.ГРОТ	Институт Водного Хозяйства.
Х.И.ГРАСНИК	Метеорологическая Служба.

Голландия

П.ВЕМЕЛЬСФЕЛЬДЕР	Государственный Комитет Водного Хозяйства.

Социалистическая Республика Румыния

Е.АВРАМЕСКУ	Научно-исследовательский институт гидротехники.
Р.АМАФТИЕСЕЙ	Научно-исследовательский институт гидротехники.
И.АНИЦАН	Представитель гидрометеорологических отделов Государственного Комитета Водного Хозяйства.

Ж.БУАНАР	Научно-исследовательский институт гидротехники.
К.БОНДАР	Научно-исследовательский институт гидротехники.
Б.БИНДЕР	Представитель гидрометеорологических отделов Государственного Комитета Водного Хозяйства.
И.ВЛАДИМИРЕСКУ	Институт водохозяйственных планов и гидротехнических сооружений.
С.ДУМИТРЕСКУ	Научно-исследовательский институт гидротехники.
К.ДЬЯКОНУ	Научно-исследовательский институт гидротехники.
Н.ДЖОРДЖЕСКУ	Научно-исследовательский институт гидротехники.
В.ДУМИТРЕСКУ	Научно-исследовательский институт гидротехники.
Ф.ИОНЕСКУ	Научно-исследовательский институт гидротехники.
Р.КЭДЕРЕ	Научно-исследовательский институт гидротехники.
Т.КОНСТАНТИНЕСКУ	Научно-исследовательский институт гидротехники.
Д.ЛЭЗЭРЕСКУ	Научно-исследовательский институт гидротехники.
Л.МУСТАЦЭ	Научно-исследовательский институт гидротехники.
К.МОЧОРНИЦЭ	Научно-исследовательский институт гидротехники.
Р.МИЦЭ	Научно-исследовательский институт гидротехники.

М.МАРИНЕСКУ	Министерство Транспорта и Телесообщений
Н.МАТЕЕСКУ	Министерство Транспорта и Телесообщений
Г.ПЛАТАДЖА	Научно-исследовательский институт гидротехники.
М.ПОДАНИ	Государственный Комитет Водного Хозяйства.
Д.ПЫРВУЛЕСКУ	Представитель гидрометеорологических отделов Государственного Комитета Водного Хозяйства.
Э.РЭЗВАН	Научно-исследовательский институт гидротехники.
В.СТЭНЕСКУ	Научно-исследовательский институт гидротехники.
В.СТОЕНЕСКУ	Научно-исследовательский институт гидротехники.
М.СТАН	Научно-исследовательский институт гидротехники.
М.СЕМЕНЕСКУ	Государственный Комитет Водного Хозяйства.
О.ТРИТЯНУ	Проектно-изыскательный институт гидроэнергетики.
И.УЙВАРИ	Университет "Бабеш-Болиай", Клуж.
С.ХЫНКУ	Научно-исследовательский институт гидротехники.
Д.ЧОК	Научно-исследовательский институт гидротехники.
Р.ЧЕНТЯ	Представитель гидрометеорологических отделов Государственного Комитета Водного Хозяйства.
И.ШТЕФЭНЕСКУ	Институт рыбоводных исследований.
И.ЭНЯ	Научно-исследовательский институт гидротехники.

Советский Союз

А.И.АФАНАСЬЕВ	Центральный институт прогнозов, Москва.

Чехословацкая Социалистическая Республика

М.БАЛЦО	Институт гидрологии и гидравлики Академии Наук Словакии.
М.ВЕНЕЦИАНЕР	Институт гидрологии и гидравлики Академии Наук Словакии.
И.ПРОХАЗКА	Институт водного хозяйства.
А.СВОБОДА	Институт гидрологии и гидравлики Академии Наук Словакии.

Федеративная Социалистическая Республика Югославия

Р.ДРОЖЕТА	Институт гидрометеорологии.

Дунайская Комиссия

Р.РАДОВИНОВИЧ	Гидрометеорологический Отдел.

4. Общие доклады и дискуссии в связи с ними

Ниже указаны темы общих рефератов; специалисты составившие их; наименование и соответственно автор включенных в общую тему докладов:

I. Общие методы текущего прогноза стока

(Докладчик Д.ЛЭЗЭРЕСКУ - Румынская Народная Республика).

1. "Гидрологические прогнозы для Дуная вниз от устья Инна" - Х.КРИШ (Австрия).
2. "К вопросу долгосрочных прогнозов уровней воды на среднем участке Дуная - Л.ГОДА (Венгерская Народная Республика).
3. "Краткосрочный прогноз расходов воды на гидрометрическом посту Алба-Юлия на реке Муреш на основе запасов воды в гидрографической сети" - Д.ЛЭЗЭРЕСКУ (Румынская Народная Республика).

II. Прогноз паводков

(Докладчик Г.ПЛАТАДЖА - Румынская Народная Республика)

1. "Прогноз объема паводков в верхнем бассейне реки Ваар" - И.ПРОХАЗКА (Чехословацкая Социалистическая Республика).
2. "К возможности прогноза весеннего стока в бассейне Чехословацких Карпат - Э.ШИМО (Чехословацкая Социалистическая Республика).
3. "К вопросу прогнозирования паводков на малых реках"- - В.КРЕССЕР (Австрия).

III. Методы прогноза меженного стока

(Докладчик Ж.БУАНАР - Румынская Народная Республика).

1. "Некоторые сведения, касающиеся прогноза расходов воды по кривым спада в бассейне Дуная" - И.КУНШ (Чехословацкая Социалистическая Республика).
2. "Кривая спада и ее использование для прогноза расходов периода истощения" - М.БАЛЦО (Чехословацкая Социалистическая Республика).
3. "Метод прогноза среднемесячных максимальных расходов на гидрометрическом посту Олтеница на Дунае" - - Д.ЛЭЗЭРЕСКУ (Румынская Народная Республика).

IУ. Речная гидравлика и русловые процессы

(Докладчик Д.ЧОК - Румынская Народная Республика).

I. "Механический интегратор для расчета движения паводочных волн" - А.СВОБОДА (Чехословацкая Социалистическая Республика).

2. "Прогноз изменения паводков на Дунае после построения гидроэлектростанций на чешско-венгерском секторе" - И.ПРОХАЗКА и М.ВЕНЕЦИАНЕР (Чехословацкая Социалистическая Республика).

3. "Максимальные расходы на Дунае на румынском секторе и соответствующие им уровни в условиях зарегулированного стока" - С.ХЫНКУ, Ф.ИОНЕСКУ, Р.ДРЭГЭНЕСКУ, М.ПОПЕСКУ, Д.ДИМА (Румынская Народная Республика).

4. "О возможности определения с помощью расчетов передвижения паводковых волн в речных обвалованных руслах" - Д.ЧОК, Ф.ИОНЕСКУ (Румынская Народная Республика).

5. "Прогноз движения наносов на Дунае в условиях перекрытого русла и его применение на ГЭС "Железные Ворота" - Р.АМАФТИЕСЕЙ, Э.РЭЗВАН (Румынская Народная Республика).

У. Прогноз в период зимних явлений

(Докладчик В.СТЭНЕСКУ - Румынская Народная Республика)

I. "Прогноз повышения уровня Дуная вследствие появления отдельного затора" - И.ЖУФФА (Венгерская Народная Республика).

2. "Прогноз появления ледостава в нижнем течении Дуная - П.МИЦЭ (Румынская Народная Республика).

3. "О возможностях прогноза уровней на нижнем Дунае в условиях наличия ледостава" - К.ДЬЯКОНУ (Румынская Народная Республика).

4. "Краткосрочный прогноз появления льда на румынском секторе Дуная" - М.СТАН (Румынская Народная Республика).

5. "Расчет времени появления льда на нижнем Дунае" - - А.И.АФАНАСЬЕВ (Советский Союз).

УI. Прогноз изменения режима подземных вод

(Докладчик Р.КЭДЕРЕ - Румынская Народная Республика).

I. "Сочетание гидрологических и экспериментальных методов для разработки прогноза подземных вод аллювиальных зон Дуная" - В.ЗАЖИЧЕК, В.ХАЛЕК (Чехословацкая Социалистическая Республика).

2. "Изменение режима подпочвенных вод в Карабоазской низменности при силовом строительстве на реке Дунае" - Б.ЧОЧКОВ (Народная Республика Болгария).

3. "Прогноз подземных вод" - В.ЧОБОК (Венгерская Народная Республика).

VII. Различные вопросы, связанные с составлением гидрологических прогнозов

(Докладчик Д.Лэзэреску - Румынская Народная Республика).

1. "Успехи и достигнутый опыт в области кратковременных прогнозов уровня воды в Венгрии за последние десять лет" - К.БОДИ (Венгерская Народная Республика).

2. "Графические и численные зависимости в гидрологическом прогнозе" - В.ЛАСЛОФФИ (Венгерская Народная Республика).

3. "Основные закономерности образования гидрологического баланса и гидрологического режима в бассейне Дуная" - И.УЙВАРИ (Румынская Народная Республика).

Тема I

ОБЩИЕ МЕТОДЫ ТЕКУЩЕГО ПРОГНОЗА СТОКА

Д.Лэзэреску[x)]

В категорию текущих прогнозов входят прогнозы, составляемые ежедневно, каждые 2-3 дня, каждые 5 дней, подекадно или месячно: эти прогнозы касаются мгновенных или средних ежедневных, двух-, трех-, пяти-, десяти- и тридцатидневных значений; заблаговременность прогнозов колеблется обычно от одного до десяти дней и их можно рассматривать как краткосрочные и средние прогнозы.

Методы текущего прогноза разделяются на два больших класса:

а) методы, основанные на законах движения воды в гидрографической сети;

б) методы, основанные на законах процессов, развертывающихся в водосборном бассейне.

На основе законов движения воды в гидрографической сети был установлен ряд конкретных методов прогноза: метод соответствующих значений, метод тенденции, метод запасов воды в русловой сети, метод кривых спада. Вышеуказанные методы более точны и более удобны, так как они используют только данные гидрометрических измерений.

Методы класса (б) учитывают суммарно или раздельно законы формирования стока, образованного осадками или таянием снега, например, метод единичного гидрографа, метод изохрон, метод склонового стока и т.д., позволяющие составить прогноз гидрографа паводков.

В настоящем общем докладе мы рассматриваем только обычно применяющиеся методы прогноза, независимо от фазы режима реки, как, например, паводки или меженные воды; работы, касающиеся

x) Научно-исследовательский институт гидротехники, Букурешть.

методов прогноза воды в данных последних случаях, будут рассмотрены в общих II-ом и III-ем докладах.

Кроме вышеуказанных методов могут быть и другие, основанные на учете законов, характеризующих оба вышеуказанных класса, как например, метод запасов воды в русле, учитывающий также и приток, поступивший в сеть за период заблаговременности.

В связи с применяемостью методов прогноза большое внимание следует уделять следующим двум вопросам:

а) оценки точности метода для определения его практического значения до его применения и

б) определению погрешностей результатов прогнозов, составленных на основе методов прогноза.

На первых двух конференциях придунайских стран (в Будапеште в 1961 г. и в Граце в 1963 г.) были также представлены доклады о методах текущего прогноза.

На первой конференции К.Сестай изложил метод ежедневного прогноза уровней на венгерском участке Дуная на основе предложенного им метода "продольного участка ежедневного изменения уровня".

На второй конференции А.И.Афанасьев представил зависимости для прогноза среднего месячного расхода воды у Оршовы с заблаговременностью в 5 дней на основе объема воды в русловой сети, а также и прогнозную связь минимального десятидневного расхода на том же посту на основе расходов на четырех постах водосборного бассейна, а Д.Лэзэреску представил прогнозные зависимости на том же гидрометрическом посту Оршова, средних пятидневных расходов с заблаговременностью в пять дней и десятидневных средних расходов с заблаговременностью в пять и десять дней также на основе объема воды в русловой сети.

На настоящей конференции в области текущих прогнозов представлены две работы, касающиеся собственно методов прогноза (Х.Криш "Гидрологические прогнозы для Дуная вниз от устья

Инна" и Д.Лээреску "Краткосрочный прогноз расходов воды на гидрометрическом посту Алба Юлия на реке Муреш на основе запасов воды в гидрографической сети") и одна работа, которая рассматривает погрешности текущих прогнозов (Л.Года "К вопросу долгосрочных прогнозов уровней воды на среднем участке Дуная").

В своей работе Х.Криш излагает метод краткосрочного прогноза расходов, поступающих в ГЭС Иохенштейн на Дунае.

В сущности, метод прогноза расходов на нижележащем посту заключается в учете расходов гидрометрических постов, расположенных выше по течению, а также и промежуточного притока; при помощи этого метода можно предсказать расходы на Дунае и на Инне до их слияния; на основе этих расходов можно составить прогноз для Иохенштейна. Если между точкой слияния Инна с Дунаем и Иохенштейном выпадают значительные осадки, то учитывается и промежуточный приток, устанавливаемый как разность между расходом в Иохенштейне и суммой расходов Дуная и Инна до их слияния. Прогнозы составляются обычно в 8 часов утра для последующих 24-х часов; в 17 часов производятся возможные поправки.

Таким образом, на ГЭС Илхенштейн можно заблаговременно узнать величину и дату возникновения максимального расхода.

Автор не приводит достаточно подробных данных о том, как расходы достигают Иохенштейн, что было бы интересно узнать, так как время добегания от Баварского Дуная и Инна до Иохенштейна сильно разнится.

Докладчику также недостаточно ясно преимущество данного метода по сравнению, например, с методом соответствующих расходов, так как автор не дает даже краткого анализа погрешностей, полученных при применении данного метода.

Д.Лээреску в своей работе предлагает улучшить результаты применения метода краткосрочного прогноза расходов на основе запасов воды в русловой сети, учитывая приток воды, поступившей в русло в период заблаговременности.

Окончательная связь, на основе которой даются прогнозы:

$$\bar{Q}_{n+t+T} = f\left[W_{n(T)}\right] + \sum_{n+t}^{n+t+T} q_i \bar{R}$$

где: $\bar{Q}_{n+t+T}$ - средний расход за период T (равняющийся 0,5, I и 2 дням и т.д.) с заблаговременностью t (равняющейся промежутку от даты составления прогноза n до даты начала периода T). Схема этой связи следующая:(Схема от I до 3); $f\left[W_{n(T)}\right]$ представляет собой расход, определенный на основе запаса воды в русле в момент $W_{n(T)}$ в секторах гидрографической сети, ограниченных двумя изохронами, одной со значением t и другой со значением t + T, а $\sum_{n+t}^{n+t+T} q_i \bar{R}$ представляет собой расход, зависящий от притока воды q , происходящего от жидких осадков, выпавших до момента n и поступающего в сеть после этого момента (в период заблаговременности) и от ординат кривой $\bar{R} = f(\tau)$, являющейся кривой движения воды в русловой сети.

Приток воды q определяется на основе жидких осадков x,коэффициента стока η и ординат $\left(\frac{\Delta\omega}{F}\right)$ кривой элементарных относительных площадей стока на склонах, показывающей пути добегания дождевых вод от места выпадания дождей до гидрографической сети.

Для кривой $\bar{R} = f(\tau)$ используется сумма двух синусоид,период одной из них равен половине периода другой.

Проверяя результаты этой прибавки, получившейся после образовавшегося вследствие осадков во время паводков весеннего сезона в I962, I963 и I964 гг. устанавливается, что прогнозы улучшаются на 5-40% по сравнению с прогнозами, составленными только на основе запасов воды в русле (рис.7/I-3).

Хотя метод и дает положительные результаты, вследствие его трудоемкости, а также ввиду того, что в расчет притока могут быть введены весьма приблизительные значения,особенно вследствие коэффициента стока, он может быть обычно применен только на малом количестве постов.

Л.Года в своей работе рассматривает на основе данных 1960 - 1964 гг. точность прогноза месячных уровней на среднем секторе Дуная, составленных на основе связей, учитывающих запасы воды в русле. Автор использует в своем анализе относительные погрешности прогнозов $\beta = \frac{\Delta H}{H_a}$, где ΔH разница между прогнозируемым уровнем и уровнем, достигнутым в действительности, а H_a - амплитуда колебания уровней за многолетний период. Для оценки эффективности рассмотренного метода прогноза сравнивают значения β со значениями $\beta^* = \frac{\Delta H'}{H_a}$ где $\Delta H'$ является отклонением нормали от достигнутого уровня.

Иначе говоря, сравнивают результаты прогнозов, данных по связям, основывающимся на запасе воды в русле с результатами прогнозов, данных на основе нормального значения (средние многолетние) характерных месячных уровней, причем последний указанный прогноз весьма прост и удобен в применении.

Сравнение результатов обоих методов (табл.2 и 4/I-2), показывают, что их распределение по классам процентов приблизительно одинаковое, что приводит к пессимистичным выводам, касающимся оправдания применения метода, основанного на запасах воды в русле.

Для оценки эффективности прогнозов, автор пользуется графиком связи между β и β/β^* и разграничивает на нем четыре зоны, соответствующие оценкам хорошо, удовлетворительно, слабо и неудовлетворительно (рис.3/I-2).

Исследуя причины отмеченных погрешностей (в отношении величины и знака), автор находит, что период 1960-1964 гг. был с точки зрения стока ниже нормального и указывает на большое значение осадков, выпавших в период заблаговременности прогноза.

Докладчик считает положительным фактом введение сравнения с нормалью, так как только таким образом можно дать оценку эффективности метода. Но использование амплитуды при анализе погрешностей связано с рядом недостатков вследствие того, что амплитуда не слишком хорошо характеризует действительное ко-

лебания ряда данных (см.статью Е.Г.Попова и В.Н.Паршина в трудах ЦИП 84/1959).Для охарактеризования эффективности метода прогноза было бы лучше применять определяющие индексы, в состав которых входит - помимо типичной погрешности метода - средний квадратический диапазон прогнозируемой переменной в зависимости от среднего изменения переменной за период прогноза (см.Наставления по гидрометеорологическим работам, глава 6, Варшава, 1964).

Работа Л.Года дает впервые на конференции по прогнозу придунайских стран, цельный анализ погрешностей применения метода прогноза, что является положительным фактом. Считаем,что было бы полезно, чтобы автор сравнил погрешности конкретных случаев прогноза с погрешностями метода, указанного автором.

.
. .

Вообще, в области текущих прогнозов на нашей конференции было представлено небольшое количество работ; это наверно объясняется тем, что различные специалисты изучали до настоящего времени преимущественно эти методы, и овладели в достаточной степени многими методами: метод соответствующих значений, метод тенденции, метод запаса воды в русле и т.д., легко применяемые и достаточно точные.

Наши конференции могут только уточнить пределы применяемости и дать некоторые технические улучшения применения данных методов.

Дискуссии

А.И.АФАНАСЬЕВ (СССР) подчеркивает необходимость учета осадков, выпадающих или имеющих эффект в период заблаговременности при использовании метода краткосрочных прогнозов. Для каждого бассейна существует определенная площадь, для которой можно пренебречь эффектом осадков и больше которой необходимо учитывать осадки.

Х.КРИШ (Австрия) дает подробности по используемому им методу, затем указывает, что точность метода для малых значений - 10%, для средних значений - 5% и для больших значений - 3-4%.

А.БЕККЕР (Германская Демократическая Республика) задает вопрос, учитывались ли при применении метода, основанного на резервах русловых вод гидротехнические сооружения в бассейне и каков критерий разделения сезонов.

К.ДЬЯКОНУ (Румынская Народная Республика) считает, что заглавие общего доклада не соответствует его содержанию, так как общие методы занимаются всеми фазами режима стока.

Он подчеркивает необходимость тесного сотрудничества в будущем между придунайскими странами путем обмена данными, публикациями и научными встречами, организованными в рамках Международного Гидрологического Десятилетия по гидрологическим вопросам Дунайского бассейна.

М.ПОДАНИ (Румынская Народная Республика) подчеркнул необходимость взаимной информации данными и прогнозами между придунайскими странами.

Д.ЛЭЗЭРЕСКУ (Румынская Народная Республика) объясняет, что темы общих докладов, представленных на конференции, имеют условный характер и не являются классификацией по различным областям гидролорических прогнозов.

Отвечая г-ну А.Беккеру в отношении способа применения запасов русловых вод, выступающий указал, что в рассматриваемых бассейнах гидротехнические работы не имели большого влияния на режим, а поэтому не были учтены. Что касается сезонов, они были приняты таким образом: весна (IУ - У), лето (УI-IX), осень (X - XI).

Докладчик присоединяется к другим замечаниям общего характера, сделанными во время дискуссий.

Тема II

ПРОГНОЗ ПАВОДКОВ

Г.Платаджа

Три работы, представленные на конференцию, занимаются вопросом прогнозирования максимального стока, применительно к притокам Дуная.

В литературе значительно полнее разработаны вопросы о прогнозах на больших реках. Вопрос о прогнозах стока (особенно дождевого) на маленьких реках разработан (как правильно указывают авторы, рецензированных мною работ по этому вопросу) значительно слабее.

Известно, что в формировании максимального стока участвуют две категории факторов: I) постоянные или мало изменяющиеся во времени для данного бассейна, к которым относятся характеристики бассейна - форма и площадь, уклоны, расчлененность, залесенность, заболоченность почвы, растительный покров и т.д. и 2) переменные во времени - осадки (их количество, распределение по территории и во времени, продолжительность и интенсивность выпадения), а также увлажненность бассейна, определяющая его инфильтрационные свойства, а следовательно и потери стока. Факторы этих двух категорий тесно взаимосвязаны и в решении практических задач, всё учесть довольно трудно, а иной раз и невозможно. Об этом правильно указал в своей работе /II - 3/ В.Крессер.

Гидрологи различных стран при решении практических задач о прогнозе максимального стока, стремятся учесть наиболее репрезентативные факторы, характеризующие не только процесс формирования стока вообще, но конкретные физико-географические условия данного водосбора.

Представленные на конференцию работы по прогнозу паводков также учитывают сказанное выше.

Э.Шимо, например, в своей работе "К возможности прогноза весеннего стока в бассейнах Чехословацких Карпат" /II-2/ анализирует возможность прогнозирования весеннего стока на ре-

ках данной территории на основании подробного учета конкретных физико-географических условий и главных факторов, образующих сток. Выбор главных факторов произведен автором работы на основании анализа физических, практических и статистических аргументов. В число главных факторов, автор включает запас воды в снежном покрове или его показатель к дате выпуска прогноза, осадки данного весеннего периода и показатель инфильтрационной способности грунта к упомянутой дате. В бассейнах с малопроницаемым грунтом автор рекомендует (как крайнее упрощение) определять объем весеннего стока, как функцию зимнего накопления снега и осадка весеннего периода.

Имея в виду недостатки материалов наблюдений, автор останавливается на вопросе косвенного определения запаса воды в снежном покрове.

Как первое приближение автор предлагает исходить из данных о высоте снежного покрова, учитывая понижение его высоты со временем при помощи зависимости:

$$h_x = h_0 X^{-0.3} \qquad \text{(по Я.Мартинец)}$$

где: h_0 - начальная высота снежного покрова;
h_x - высота снежного покрова после X дней.

Начальная плотность снега принимается автором равной 0,1. Но автор правильно указывает, что величина суммарных зимних осадков, даже самая точная, не может быть в бассейнах рассматриваемой удовлетворительным указателем зимнего снегонакопления. Поэтому Э.Шимо предлагает принимать во внимание чередование положительных и отрицательных температур воздуха с учетом образования стока из снеготаяния. Автор исходит из предложенного Л.Серра показателя накопления снега η, определяемого как

$$\eta = \frac{|m|}{\Delta} 100\ \%$$

где: m - средняя величина минимальных суточных температур;

Δ – разница между средней величиной максимальных суточных температур воздуха (M) и средней величиной минимальных суточных температур воздуха (m).

Имея в виду неравномерное распределение осадков во времени, Э.Шимо использует этот показатель для более коротких отрезков времени и учитывает потери суммарных осадков за данную единицу времени зависимостью:

$$A_{kn} = A_{kn-1} + X_n \eta - T_n \varphi$$

где: A_{kn} – показатель величины накопления снега для рассматриваемого отрезка времени (n);

A_{kn-1} – показатель величины накопления снега для отрезка времени ($n-1$);

X_n – сумма осадков за интервал времени (n);

T_n – сумма положительных среднесуточных температур воздуха в интервале времени (n);

η – коэффициент таяния снега в мм на один положительный градус в сутки.

Из-за отсутствия данных наблюдений коэффициент φ берется по литературным данным равным 2,2 мм на один положительный градус в сутки. Что касается влагонасыщенности бассейна, то автор рекомендует, при отсутствии данных наблюдений, характеризовать ее путем анализа стока зимнего периода за довольно большой интервал времени перед началом весеннего стока. Для определения характеристики инфильтрационной способности (глубины промерзания почвы) к началу весеннего периода рекомендуется использовать сумму отрицательных среднесуточных температур воздуха за зимний сезон.

В связи с этой работой необходимо отметить, что ее автор ограничивается только на анализе теоретических возможностей прогноза объема весеннего стока. Было бы интересно посмотреть какие практические результаты получаются при прогнозе, определяя главные факторы вышеуказанными приемами.

Нам кажется, что в данном случае, замена количественных данных главных факторов, в частности запаса воды в снежном по-

крове, их косвенными показателями, может вести к большим ошибкам и, следовательно, к неправильным выводам, ибо речь идет о горной территории. Кроме того, начальная плотность снега, принимаемая равной 0,1, является условной, так как другие авторы, принимают ее по разному, что ведет к разным величинам объема стока при одном и том же снежном покрове.

Вопрос прогнозирования паводков на маленьких реках рассматривается В.Крессером в своей работе "К вопросу прогнозирования паводков на малых реках" (II-2). Если учесть, что в настоящее время поставлена задача освоения малых рек, вопрос прогноза максимального стока на этих реках приобретает всё большее значение. Имея это в виду, автор, на примере реки Пиелах у в.п. Хофштеттен (бассейн расположен в приальпийской зоне Австрии) площадью водосбора F = 290 км^2, предлагает метод прогнозирования паводков. В основу предложенного метода положена зависимость максимального стока реки от количества (сумма за три дня) жидких и твердых остатков в бассейне с учетом предпаводочного увлажнения почв и температуры воздуха, в период выпадания осадков.

Количество осадков, как главный фактор предложенного метода, определяется по данным метеорологических станций как среднеарифметическое значение.

Полученные зависимости неплохие (рис.2, 3, 4 /II-3/). На рис.2 дана зависимость максимального расхода воды (м^3/сек.) от суммы осадков за три предшествующие дня. Большой разброс точек этой зависимости происходит, по мнению автора, из-за неодинакового влияния осадков разных зон с одной стороны, и разного веса осадков предшествующих дней, как результат различной степени увлажнения почвы в бассейне перед паводками - с другой стороны.

Имея в виду различное влияние увлажненности бассейна, автор указывает, что осадки предшествующих дней имеют разный вес в формировании паводка, и на основании обработки существующего материала прямых наблюдений нашел, что наиболее хорошая

зависимость между максимальным расходом ($м^3$/сек.) и осадками получается тогда, когда осадки, выпавшие за день до главного дождя берутся с коэффициентом 0,7 и осадки, выпавшие за два дня до главного дождя берутся с коэффициентом 0,3 (рис. 3). Причина больших отклонений нескольких точек на рис.3 /II-3/ объясняется автором на основании анализа фактических данных наблюдений. Он нашел, что в этих конкретных случаях отклонения зависят от существования снежного покрова в верхней части бассейна и от колебания температуры воздуха, причем расход получается преуменьшенным при малых температурах воздуха и при выпадении какой-то части осадков в виде внега, и наоборот, получается преувеличенным при малом количестве осадков и при высоких температурах воздуха.

На основании вышесказанного автор выражает общую зависимость в виде:

$$HQ = f\left[h_{N,i} \sum_{i-n}^{i-1} \bar{h}_N T_i S(T_i)\right] \qquad (I)$$

где: HQ – максимальный расход $м^3$/сек;
$\bar{h}_{N_i}$ – главный дождь за i-ый интервал времени в мм;
$\sum_{i-n}^{i-1} \bar{h}_N$ – предыдущий средневзвешенный дождь за интервал времени от $i-1$ до $i-n$;
T_i – температура воздуха во время выпадания дождя;
$S(T_i)$ – состояние снега в i-ом интервале времени.

Все составляющие зависимости (I) были объединены автором в виде номограммы рис.4 /III-3/.

В первом квадранте номограммы на оси абсцисса нанесен главный дождь за i-ый интервал времени в мм, в поле точек – средневзвешенная сумма осадков предыдущих дней за интервал времени от $i-1$ до $i-n$ и на оси ординат нанесена средневзвешенная сумма осадков за интервал времени от i до $i-n$. Во втором квадранте на оси ординат нанесена толщина снега в см, а в поле точек температура воздуха, и на оси абсцисс – сумма осадков в мм за интервал времени от i до $i-n$ с

учетом накопления и стаивания снега, причем при определении слоя воды стаявшего снега, автор принимает плотность снега равной 0,2. В третьем квадранте представлена зависимость между максимальным расходом ($м^3$/сек) и средневзвешенными осадками с учетом стаивания или накопления снега; в четвертом квадранте дана кривая расхода.

Составленная номограмма дает возможность большой оперативности при прогнозе. Однако, нам кажется необходимым дальнейшее уточнение метода в направлении более подробного анализа факторов, определяющих потери стока в бассейне. Принятые в данном методе, постоянные коэффициенты 0,3 и 0,7 для ранее выпавших осадков, являются в некоторой мере условными, ибо при разных степенях увлажнения почвы перед паводками вес осадков предыдущих дней в формировании стока будет равный, другими словами, при одних и тех же средневзвешенных осадках и при разных степенях увлажнения почвы перед паводками сток будет разный. Кроме того, поскольку речь идет о малых бассейнах, где продолжительность дождя может оказаться больше, чем время добегания воды по руслу до интересующего нас створа, было бы интересно посмотреть, какая существует связь между максимальным расходом и осадками его образующими (т.е. часть осадков, относящаяся к более короткому интервалу времени). В малых бассейнах зависимость между максимальным расходом и суммой (средневзвешенной) осадков за три дня не совсем правильно отражает физическую сущность явления. По нашему мнению следует также иметь в виду, что в условиях горных территорий, где неравномерность выпадания осадков, вызывающих обычные паводки, очень большая, принятие среднеарифметического значения может оказаться источником ошибок при прогнозе.

Вопрос прогноза объема паводков рассматривается И.Прохазка в работе "Прогноз объема паводков в верхнем бассейне реки Вааг" /II-I/. Река Вааг - горная река с площадью водосбора $F = 2140$ км^2.

В основе предложенного метода стоит зависимость объема стока от объема выпавших осадков с учетом предшествующего увлажнения почвы.

Объем паводка определен автором по наблюденным гидрографам за период 1921-1960 гг., а объем выпавших осадков по данным наблюдений 8-ми метеорологических станций, как среднеарифметическое значение.

Степень предшествующего увлажнения почвы учитывается автором в двух вариантах, путем включения в зависимость $У = f(X)$ переменной (z): а) в виде числа дней между двумя паводками и б) в виде суммы осадков за десятидневный интервал времени до начала паводка.

Полученные зависимости (см. рис.2 и 3 /II-I/) довольно хорошие и отражают закономерность явления, особенно в варианте б), где предшествующее увлажнение почвы в бассейне учитывается суммой осадков за десять дней до начала паводков. Метод позволяет дать прогноз с минимальной заблаговременностью 12 часов.

Следует отметить всё же довольно большой разброс точек зависимости в обоих вариантах. Имея в виду горный характер водосбора и месторасположения метеорологических станций, между высотами 600 - 1000 м, в то время как водораздельная линия бассейна на севере и на юге проходит на высоте 2000 м, нам кажется, что можно добиваться дальнейшего уточнения метода путем организации наблюдений над осадками на больших высотах и определения средневзвешенного значения осадков по бассейну.

Метод назначен для прогнозирования объема паводка, что очень важно при эксплуатации ГЭС. Было бы интересно расширить его и для прогноза расхода и уровня в замыкающем отводе реки.

.
. .

В заключении, отмечая научное и практическое значение рецензированных работ, я хотел бы подчеркнуть необходимость дальнейших исследований для уточнения методов прогноза паводков на малых реках. В этом смысле очень важно иметь по всем бас-

сейнам надежные данные по основным элементам гидрометеорологического режима. Это особенно относится к осадкам и к показателям увлажнения почв. Легко понять, например,что организация подходящих наблюдений над таким важным элементом, каким является снежный покров - вопрос очень сложен. Всё же надо признать, что только путем прямых измерений можно избежать большие ошибки, которые внедряются в расчеты при косвенных определениях.

Дискуссии

В.СТЭНЕСКУ (Румынская Народная Республика) указывает на некоторые соображения по объему воды, полученному при таянии снега и предлагает различные методы учета состояния влажности почвы, воздействующей на коэффициент стока; это следующие методы:

- Учет, кроме суммы осадков за осеннее время, также суммы положительных температур за зимний период, характеризующей частично оттаявший снежный покров;

- Учет осадков в течение заблаговременного периода.

- Ввод параметра, характеризующего таяние снега в период заблаговременности, как например, интенсивность (средняя) положительной температуры воздуха.

Период заблаговременности в весенний период является переменной, зависящей от хода физического явления таяния снега по динамике лизолинии $0^{o}C$.

А.И.АФАНАСЬЕВ (СССР) считает, что в связи с прогнозом половодий, вызванных выпавшими дождями или таянием снега, важны два вопроса: I) определение запаса воды, содержащегося в снеге в определенной точке бассейна и 2) интерполяция на территории.

В связи с первым вопросом необходимо отметить, что используемые в настоящее время методы дают запас в долинах, не на склонах, а тотализаторы, используемые на склонах не дают правильных значений; в данное время испытываются новые усовершенствованные методы, как например, использование изотопов или подвижные экспедиции.

В связи со вторым вопросом, необходимо брать во внимание связь с высотой, но эти связи должны быть подкреплены также непосредственными данными, как например, данными,полученными аэрофотограметрическими съемками.

Докладчик выразил свое согласие с предложенными румынским делегатом В.Стэнеску индексами.

К.МОЧОРНИЦА (Румынская Народная Республика) показывает, что наиболее важные факторы в расчете паводков, вызванных дождями, считаются в Научно-исследовательском институте гидротехники: осадки, температуры, сезон, расход до паводка, влажность почвы. Точно также указывает на способы их определения: расчет как средневзвешенная величина осадков и средних температур на бассейне и выбор в качестве индекса влажности грунта суммы 30-дневных среднесуточных средневзвешенных осадков, на которые воздействует коэффициент, учитывающий отдаленность дня, и в который выпали осадки по отношению к началу паводка.

Выступающий считает, что количество учитываемых дождемерных станций для расчета паводков из дождей должно быть следующим: одна станция на I - 200 км^2 для бассейнов, находящихся в районах возвышенностей и гор и имеющих площадь водосбора 500 - I000 км^2; необходимо также, чтобы эти станции были репрезентативно распределены по бассейну.

В.КРЕССЕР (Австрия) предлагает определить краткосрочные прогнозы так: краткосрочные прогнозы это прогнозы, относящиеся к происходящим на частичной поверхности водосбора явлениям. Такой прогноз имеет в горах заблаговременность в несколько часов, а в больших бассейнах - целую неделю.

Выступающий считает, что для облегчения процесса обслуживания прогнозами целесообразно, чтобы используемые связи содержали данные только I-2 репрезентативных станций бассейна.

В.ДУМИТРЕСКУ (Румынская Народная Республика) представляет некоторые аспекты исследовательской деятельности института в области прогноза весеннего половодья. Качество и эффективность методов прогноза весенних половодий зависит в большей мере от степени изученности снежного покрова, другие важные факторы - поглощающая способность почвы и фронт таяния снега.

В результате предварительных исследований пришли к выводу, что типы отношений прогноза различны для горных и холмистых зон по сравнению с зонами равнин.

Г.ПЛАТАДЖА (Румынская Народная Республика). Докладчик соглашается с точкой зрения выступающих.

Тема III

МЕТОДЫ ПРОГНОЗА МЕЖЕННОГО ПЕРИОДА

Ж.Буанар[x)]

Сегодня я Вам представлю три доклада. Порядок их представления не связан со степенью их значения. Все три доклада касаются методов прогноза расходов в меженные периоды с учетом понижения запасов воды соответствующего водосборного бассейна. И в прошлом было написано много работ в этой области. Для оценки того, насколько актуальны вышеупомянутые доклады и для облегчения их обсуждения, позвольте мне обратить Ваше внимание на несколько вопросов общего порядка. Прогноз меженного периода распространяется на период заблаговременности, превышающий обычно намного время добегания воды по речной системе. В этих условиях прогнозируемые расходы определяются тремя основными факторами:

- запасом воды в бассейне в момент составления прогноза;
- режимом истощения настоящих запасов и
- дополнительным притоком воды в бассейн в период заблаговременности.

Из этих трех факторов первые два являются исходными, а последний вступает в действие после составления прогноза и его оценка вызывает известные трудности.

Для избежания этих трудностей методы прогноза минимальных расходов основываются вообще на анализе стока воды из запасов бассейна после прекращения какого-либо дополнительного питания извне. Существуют два пути решения этой задачи, которые совершенно различны по их принципу.

Первый заключается в изучении общего гидрологического явления, второй основывается на глубоком анализе факторов возникновения стока и их взаимозависимости.

x) Научно-исследовательский институт гидротехники, Букурешть.

Несмотря на трудности, были начаты значительные исследования второго пути, единственного основывающегося на строго научных предпосылках.

На последнем Общем собрании международного геодезического и геофизического союза (Беркелей, 1963 г.),многочисленные доклады рассматривали, главным образом, связи между поверхностными и подземными водами.

Так, например, А.И.Субботин представляет метод,успешно применяющийся в СССР для составления прогнозов с заблаговременностью в несколько месяцев при помощи связей между уровнями подземных вод и расходами в меженные периоды;Х.К.Риггс (США) - исходя из влияния эффектов различных водоносных слоев на кривые спада, представляет синтетический метод построения этих кривых; Г.Ковач (Венгрия) исследует связи между осенней меженью и режимом подземных вод; Х.Дилер (Германия) излагает результаты, полученные при исследовании взаимодействия между поверхностным стоком и водоносным горизонтом на реке Рейн; П.Ж.Вемельсфельдер (Голландия) рассматривает вопрос устойчивости расходов рек в зависимости от запасов подземных вод, некоторые интересные данные он представляет в связи с прогнозами расходов р. Рейна на второй конференции придунайских стран по гидрологическим прогнозам (Грац,1963).

Учитывая трудности, возникающие при применении методов, основанных на исследовании происхождения гидрологических явлений совершенно естественно, что параллельно с этими методами много работ посвящены лучшему применению эмпирических методов. Как это хорошо известно, последние заключаются в построении кривых спада обобщенного гидрографа на основании данных о расходах засушливых периодов. Опыт показывает, что в многочисленных случаях эти кривые лучше всего описываются экспоненциальными или гиперболическими кривыми.

Наиболее встречаемые формы:
- для экспоненциальных кривых:

$$Q_{(t)} = (Q_0 - q)e^{-kt} + q \qquad (I)$$

где: Q - исходный расход, q - основной расход, t - время и
к - параметр числовой

$$Q_{(t)} = Q_0 e^{-kt^n} \qquad (2)$$

добавочный параметр числовой: "n"

$$Q_{(t)} = Q_0 e^{-kt} \qquad (3)$$

одна из наиболее старых формул, данная Майе в 1905 г.;

- Для гиперболических кривых:

$$Q_{(t)} = \frac{\alpha}{t^n} + q \qquad (4)$$

где: α и n - коэффициенты коррекции. Формулы (I) и (4), имеющие свободные члены, построены для водотоков с большими подземными запасами или питаемых ледниками или вечными снегами, основной расход которых ассимптотически приближается к постоянному значению.

Основным условием для применения кривых спада для составления прогнозов является их устойчивость. Между прочим, это наиболее спорный вопрос в связи с применением вышеуказанного метода.

Кривая спада обобщенного гидрографа - синтез кривых спада поверхностного стока подпочвенного стока и подземного стока, каждая из них имеет свои особые характеристики стока. Следовательно, пропорция, в которой данные составляющие участвуют в образовании общего расхода, непостоянны, в результате неустойчивости кривых спада. Обычно применяются весьма упрощенные методы для построения средней кривой спада. З.Качмарский (Польша) в 1961 году в своем докладе на конференции по прогнозам в Будапеште, и позже Е.Ж.Гумбель в 1963 г. (США)[x] внесли вклад, применив методы математической статистики при обработке данных, методы, примененные в 1964 году М.Б.Фирингом

---

x) E.S.Gumbel: Statistical Forecast of Droughts. Bul.AIHS, 1963

(США)[x] и принятые для расчетов на электронных вычислительных машинах.

Надо отметить также доклад К.Сестая на конференции по гидрологическим прогнозам в Будапеште (1961 г.),который вводит в связи дополнительные факторы коррекции ($Q_{мин.}$ за 10 дней до прогноза и связи с соответствующими уровнями по течению).

Я начну с доклада М.Балцо. Он рассматривает использование в конкретном случае - на верхнем течении реки Ваар, на гидрометрическом посту Липтовски Микулаш, метода прогноза расходов периода истощения на основе расчленения составляющих общей кривой спада. Автор исходит из предпосылки, что точка максимальной кривизны кривой спада представляет время,в котором наступает отчленение поверхностного стока от подземного. Координаты (Q_c, t_c) этой точки должны соответствовать минимальному радиусу кривизны.

Согласно предыдущим работам автора, кривые спада территории Чехословакии могут быть приближенно выражены экспоненциальной кривой в виде:

$$Q_t = Q_c \cdot e^{-\alpha \sqrt{t}} \qquad (5)$$

Рассчитанное по отдельным участкам кривой спада,значение радиуса кривизны дано выражением:

$$q = \frac{(1 + Q'^2)^{3/2}}{Q''} \qquad (6)$$

Оказалось возможным графически построить для различных значений коэффициента коррекции α, кривые изменения радиуса кривизны (q) как функцию времени (рис.1). Время (t_c),отмечающее момент отделения поверхностного стока от подземного, определен минимумом кривой.

Значение t_c позволяет вывести соответствующие этим значениям расходы (Q_c) для различных значений параметра α и, таким образом, построить связь:

---

x) M.B.Fiering: A Markovmodel for Low-flow Analyses, Bul. AIHS, 1964

$$Q = \frac{3,95322}{\alpha \log e} \qquad (7)$$

Подставляя значения в (I) можно получить формулу:

$$t_c = \frac{\log^2 \frac{Q_o}{Q_c}}{(\alpha \log e)^2} \qquad (8)$$

Для конкретно изучаемого случая на реке Ваг у поста Липтовски Микулаш, имеющий водосборный бассейн II06,4 км^2, применяя вышеуказанные формулы, мы приходим к заключению, что кривые истощения представлены участками кривых спада ниже значений 50 м^3/сек. и для коэффициента среднего истощения α = = 0,II4.

Из чего следует для кривой истощения выражение:

$$Q_{подз} = 324\ e^{-\ 0,II4\sqrt{t}} \qquad (9)$$

Это выражение может быть применено для прогноза меженей, если известно максимальное значение подземного стока, рассматриваемое автором в момент пика паводка и являющееся исходной точкой кривой истощения. Это значение получается прибавкой к основному расходу приращения расхода $\Delta Q_{подз}$, вызываемое пополнением водоносных горизонтов во время подъема паводков.

Согласно предыдущим работам автора излишек расхода может быть выведен из расхода пика паводка $Q_з$ и основного расхода $Q_н$ согласно выражению:

$$\Delta Q_{подз} = 3,5492 \cdot Q_з^{0,4890} \cdot Q_н^{-0,I968} \qquad (I0)$$

На рис.3 можно проследить способ расчета для однопиковых паводков, для двухпиковых паводков и более сложных, схема операции представлена на рис.4.

Рассмотрев 74 паводка, за период I92I-I964 гг. (апрель-сентябрь), автор заключает, что метод применим, дает хорошие результаты для прогнозов с I0-дневной заблаговременностью,

которые затем могут быть применены для последующих 5-дневных заблаговременностей. На рис.5 представлена связь действительных расходов и расходов рассчитанных с 10-дневной заблаговременностью, а на рис.6 связь для 5-дневной заблаговременности, начиная с десятого дня.

Точность результатов указана в таблицах 3 и 4.

В порядке обсуждения я должен отметить в первую очередь интерес, представляемый настоящей работой с точки зрения возможностей приступить к разрешению вопроса прогноза меженей, опираясь на анализ составляющих общего стока. Но некоторые стороны методов, примененных автором, требуют дополнитель - ных объяснений.

Во-первых, что касается способа примененного для отделения кривой истощения от остальной части кривой спада, было бы интересно узнать соображения, приведшие автора к установлению в качестве точки раздела на кривой спада точку, соответствующую максимуму кривизны. Легко доказать, что параметр числовой, определяющий кривую, обратно пропорционален времени добегания вод до замыкающего створа.

Каждая составляющая гидрографа расходов, достигает разными путями замыкающий створ, кривые спада поверхностного стока, стока подпочвенного и подземного стока будут иметь свои собственные характеристики. Кривая спада обобщенного гидрографа будет синтезом этих различных элементарных кривых.

Так, точка максимальной кривизны общей кривой будет зависимой от колеблющихся пропорций, в которых каждая составляющая участвует в общем расходе.

Таким образом, максимум кривизны может произойти намного раньше начала истощения, в то время как влияние подпочвенного стока дает себя чувствовать в расходе кривой спада. Принимая во внимание, что часть расхода, стекающего по подпочвенному пути, может достигать высоких значений (до 80% щего расхода в особых случаях), было бы полезно знать условия пригодности критерия, принятого для расчленения составных гидрографов.

Во-вторых, было бы интересно получить дополнительные сведения о гипотезе, принятой автором, что максимальное значение подземного стока бывает в момент пика паводка. Обычно наблюдается запаздывание максимума подземного стока в сравнении с поверхностным стоком, что соответствует физической природе явления. Результаты работ этой области, которые я лишь кратко перечислил в начале моего доклада, позволяют нам считать, что использование данных наблюдений водоносного горизонта могли бы быть очень полезны для разъяснения этого вопроса.

Доклад, представленный Иваном Куншем, излагает результаты,полученные при помощи кривых спада обобщенного гидрографа для рек Чехословакии. Двойное экспоненциальное выражение,которое было представлено также Балко, оказалось пригодным также и для рек, исследованных в работе И.Кунша, среди которых находится также Ваг у поста Липтовски Микулаш, являющейся объектом исследования Балко. Автор пользуется обоими способами для установления прогнозных связей.

Первый заключается в установлении при помощи приемов логорифмической анаморфозы числового параметра экспоненциальной кривой, то есть экспонента первого порядка. (Экспонент второго порядка имеет постоянное значение для всей территории страны, равняющееся 0,5). Полученные связи даны в таблице № 3. Вследствие того, что результаты не были удовлетворительными даже при установлении отдельных связей для различных сезонов спада, автор постарался построить линейные связи между последовательными значениями расходов, выраженных неразмерными величинами (отнесенные к максимальным значениям расходов). На рис.2 дан пример. Коэффициенты корреляции между различными комбинациями последовательных значений даны в таблице № 4. Автор считает, что эти значения указывают на достаточно тесные связи, что оправдывает их применение для прогноза меженей. Связи были построены также и для связей между тремя последовательными значениями (рис.3).

Для Дуная в Братиславе связи, установленные для интервала времени в 5-7 дней могут, по мнению автора, достигнуть выс-

шей степени точности, введя как добавочную непостоянную длительность предыдущего периода, во время которого уровни воды были выше зарегистрированного в момент составления прогноза.

Кроме уже сделанных мною замечаний об устойчивости кривых спада, нужно сказать, что оба способа по сущности неразличаются. Линейная регрессия между последовательными значениями является измененной формой экспоненциальной кривой, считая значение $e^{-\beta\sqrt{t}} = a$ постоянной, что дает:

$$Q_2 = a\,Q_I \qquad (II)$$

Таким образом,различие результатов, полученных обоими способами, может объясняться или различной техникой начертания прямых регрессии в обоих способах или тем, что кривые спада недостаточно хорошо представлены принятой экспоненциальной кривой. Регрессия же на рис.2 скорей всего показывает результат трансформации экспоненциальной кривой,имеющей свободный член. Я должен также отметить, что для реки Ваг у поста Липтовски Микулаш оба выражения дают различные значения для параметра приведения (от 0,174 до 0,253 в первом выражении и 0,434 во втором). Может быть авторы смогут дать нам разъяснения по этому поводу.

Третий доклад, доклад Д.Лэзэреску,также говорит о применении в практике линейной регрессии в настоящем случае к среднему месячному уровню Дуная в Олтенице.

Основное выражение - экспоненциальное, со свободным членом, переделанное для последовательных расходов дает выражение:

$$Q_2 = a\,Q_I + (I-a)\,q \qquad (I2)$$

где: q основной расход и

$$a = e^{-Kt}$$

Автор рассматривает только значения, имеющие отклонение меньше I0% от значений предыдущего месяца, для устранения значений сильно измененных добавочным притоком воды. Значения,

являющиеся объектом прогнозов – значения обеспеченных расходов связи могут быть построены только для периодов июль – февраль.

Характеристики связей даны в таблице № I. Согласно мнению автора, связи могут считаться достаточно тесными для их применения в прогнозах. Основываясь на анализе погрешностей, автор заключает, что настоящий метод дает результаты сравнимые с результатами, полученными по методу запасов воды в речной сети и, что его можно применять с приемлемыми результатами как для прогноза месячных расходов следующего месяца (с погрешностями менее 20%), так и для прогноза второго месяца (с погрешностью до 25%).

Способ, выбранный автором, вытекает из метода кривых спада обобщенного гидрографа, наиболее значительные стороны которого, я уже указал.

Выбор выражения со свободным членом оправдывается для Дуная в Олтенице, где можно постоянно рассчитывать на значительный основной расход. Но регрессия, выраженная выражением (I2) нельзя считать линейным только если – "q" – постоянная. Но годовые значения минимальных расходов Дуная дают значительные изменения для различных лет, что указывает на то, что значения основных расходов также изменяются от года к году. Влияние этих изменений на точность значений прогнозированных расходов не лишено интереса.

Такой анализ можно было бы осуществить, написав выражение (I2) в форме:

$$(Q_2 - q) = a (Q_1 - q)$$

где q – значения минимальных годовых расходов. Естественно, что связи между основными расходами и уровнем подземных вод могут быть полезны в случае, если мы располагаем необходимыми данными.

Есть еще один аспект, о котором я хотел бы сказать и который касается двух последних докладов.

Как мы отметили, доклады представляют результаты применения к конкретным случаям методов, основывающихся на кривой спада обобщенного гидрографа не прибегая к анализу составных стока. Вообще было сделано множество подобных применений. Чтобы оценить какой интерес представляют результаты, нужно было бы знать частные аспекты исследуемых случаев, знать чем отличаются они от общих условий, чтобы таким образом можно было объяснить правдивость полученных результатов с помощью этих упрощенных методов.

На самом деле, относительный интерес, который представляют разные результаты, полученные при использовании этих методов, не вытекает из детального использования или из проверки экспериментальным путем для нескольких случаев, а из полного изучения области пригодности каждого из этих методов и границ их применения. Так что мы желаем, чтобы авторы, при обсуждении их докладов, касались бы как можно больше этого вопроса.

Отметим, что для случая Ваагу поста Липтовски Микулаш существует некоторая основа для такого обсуждения, вследствие того, что для этого поста было представлено два доклада: один рассматривающий метод прогноза, построенный на учете анализа составных расхода, другой опирающийся только на общие значения расходов гидрографа спада.

В заключении моего доклада я могу только еще раз подчеркнуть значение прогноза меженей. Большое внимание, оказанное методам прогноза паводков, пользующихся известным предпочтением, объясняется тем, что в первую очередь было важнее защищаться против разрушительного действия наводнений, чем использовать ресурсы воды.

Но учитывая растущее значение количества потребляемой воды для нужд населения, промышленности и сельского хозяйства, что приводит к всё более тесным балансам наличного и необходимого количества воды, вполне ясно, что прогнозы расходов в меженные периоды по крайней мере настолько же важны, как и другие категории прогнозов. Гидрологов ожидают трудные и важные задачи в этой области.

Дискуссии

М.БАЛЦО (Чехословацкая Социалистическая Республика) уточняет некоторые пункты своего доклада, подчеркивая 2 вопроса, а именно: разница между кривой спада и кривой истощения и о совпадении поверхностной кульминации с подземной.

К.МОЧОРНИЦЭ (Румынская Народная Республика) считает, что метод кривых истощения приводит к приближенным результатам, вследствие субъективизма при разделении подземного гидрографа от поверхностного и вследствие отсутствия возможности синтетизировать влияние всех факторов посредством постоянного экспонента

Выступающий обращает внимание на тот факт, что установление теоретической кривой спада необходимо произвести только для участка гидрографа, представляющего подземный сток, а не для всей кривой спада.

Ж.БУАНАР (Румынская Народная Республика). Точность полученных результатов в прогнозе минимальных расходов путем использования кривых спада гидрографов, подчеркнул докладчик, зависит от возможности отделить составляющие этих кривых и в частности уточнять кривые истощения.

Проведенные дискуссии и данные авторами пояснения по указанному вопросу позволяют утверждать, что различные графические или аналитические методы отделения кривых спада, учитывая только их форму, являются более или менее произвольны.

Организация систематических исследований по вопросу составляющих стока будет способствовать лучшему познанию явления и таким образом путем введения дополнительных параметров относительно этих составляющих будут открыты новые перспективы для применения метода.

ГИДРАВЛИКА СТОКА И РУСЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ

Д.Чок[x)]

Для составления гидравлических прогнозов всё чаще используются методы речной гидравлики. Эта тенденция полностью оправдывается, так как кроме поверхностных процессов, способствующих образованию паводков, важная роль в изменении расходов и, главным образом, уровней принадлежит происходящим в речных руслах процессам, в результате которых происходят - иногда весьма важные - изменения характеристик паводков.

Это относится, главным образом, к большим рекам с достаточно развитым поперечным сечением, в руслах которых паводочные волны при продвижении подвержены серьезным изменениям, являющимся результатом накопления и других второстепенных явлений. Явление продвижения паводочных волн стало классической проблемой речной гидравлики и одновременно гидрологии.

Медленно изменяющийся характер движения воды при паводочных волнах указывает на целесообразность уравнений Сэн-Венана, которые, наряду с начальными и граничными условиями, теоретически дают нам решение задачи.

Однако, расчеты до того трудоёмки,что несколько лет тому назад в некоторых достаточно известных работах по гидрологии упоминалось о том, что уравнения Сэн-Венана практически могут быть применены только в простых случаях,которые не представляют собой особого интереса.

Поэтому были развиты так называемые "гидрологические" методы, которые используют из уравнений Сэн-Венана только урав-

---

x) Научно-исследовательский институт гидротехники,Букурешть.

нение непрерывности, а уравнение движения - только косвенным образом.

Первая категория, относящаяся одновременно к гидравлике и к гидрологии, включает в себя методы разработанные Мак Карти, Калининым, Милюковым и другими, которые являются в то же время гидравлическими и гидрологическими.

Я не включаю в эту категорию чисто гидрологические методы, которые используют корреляции или непосредственные изменения гидрографов, и которые составляют отдельную категорию - - вторую.

Наконец, собственно гидравлические методы, использующие интегрирование уравнений Сэн-Венана, относятся к третьей категории.

Работы Массо, Христиановича, Гильденблата, Края, Стокера, Нугаро, Тиррио и других, а также наши работы, связанные со строительством дамб на Дунае и на других реках указывают на то, что эти методы, в особенности когда они применяются с использованием электронных вычислительных машин, пригодны для расчета продвижения паводочных волн. Продвижение паводочной волны на протяжении нескольких сот километров вычисляется в настоящее время всего за несколько минут в зависимости от скорости электронной машины и от используемого метода.

В таком случае можно свободно использовать гидравлические методы для краткосрочных прогнозов и, вместе с общепринятыми методами, для составления долгосрочных прогнозов.

Однако, при использовании гидравлических методов необходимо учесть некоторые аспекты:

Для получения результатов оправдывающих применение гидравлических методов, основанных на интегрировании уравнений Сэн-Венана, необходимо построить достаточно точную математическую модель явления, следовательно, необходимо иметь обширные сведения относительно естественного режима и геометрических форм, которые должны быть намного более подробными, чем при других расчетных способах, а поэтому эти методы требуют дополнительных затрат.

Нужно отметить, что математическая модель вместе с алгоритмом и программой электронной машины хотя и требуют дополнительных затрат времени и денежных средств,но они устанавливаются раз и навсегда в начале вычислительных работ.

Для благоприятного применения гидравлических методов мы должны обязательно иметь вычислительную электронную машину.

Вот почему мы вынуждены признать, что в настоящее время еще невозможно обобщить применение в практике гидравлических методов. Применив современные технические расчетные средства, мы должны оказать должное внимание методам,отнесенным к I и II категориям, обладающим тем преимуществом, что они очень просты во многих случаях.

Правильную мысль выразил в своем докладе А.Свобода о необходимости построить достаточно простые механические приборы, которые облегчили бы применение гидрологических методов.

Но в то же время в сложных вопросах для больших рек мы должны стремиться к созданию возможности применения гидравлических методов, так как они могут обеспечить прогнозы в более обширной области проблем.

Гидравлические методы почти незаменимы в случаях, когда необходимо прогнозировать режим паводков в руслах рек,которые были изменены путем возведения дамб или канализации. В этом случае единственные методы, способные дать удовлетворительные результаты - это гидравлические методы.

Кроме того, эти методы дают нам хорошее средство, имеющее научную основу, для предотвращения важных пагубных последствий, вызванных наводнениями в комплексных обвалованных системах, каким является Дунай. С помощью этих методов имеется возможность установить рациональный план необходимости затопления некоторых из обвалованных участков, с целью предотвращения наводнения важных объектов (как например, города или другие обвалованные участки).

Можно считать, что гидравлические методы прогнозирования уровней и расходов, вызванных паводками на реках, удовлет-

ворительны в настоящее время, но имеют еще много деталей, которые должны быть улучшены.

Такие задачи, связанные с математической моделью явления: влияние качества природных данных на точность прогноза, влияние принятой схемы модели на точность результатов (длина участков, введение гидравлических характеристик), составление алгоритмов и программ расчета, влияние второстепенных факторов и др.

К четвертой группе под названием "Речная гидравлика" относятся пять докладов. Четыре из них относятся к вопросам продвижения паводочных волн, из которых в одном (инженера А.Свобода) представлен механический интегратор, при помощи которого можно решить уравнения гидрологических методов. Остальные три (инженеров Прохазка, Венционеровой, Чок, Ионеску, Хынку, Дрэгэнеску, Дума) излагают методы расчета продвижения паводочных волн.

Пятый доклад (инженеров Амафтиесей, Рэзван) относится к прогнозу изменения русла Дуная в секторе Железные Ворота после построения гидростанции.

Из доклада инженера А.Свобода "Механический интегратор для расчета продвижения паводочных волн" следует, что необходимо иметь в распоряжении простые механизированные средства для решения вышеуказанной проблемы продвижения паводочных волн; в докладе описывается механический интегратор, приспособленный автором для этой цели.

Основные уравнения выведены из уравнения непрерывности:

$$Q_p - Q_o = \frac{dV}{dt} \qquad (2/IУ-I)$$

и из уравнения Мак Карти, устанавливающего связь между расходами и объемом воды, удерживающейся в пределах сектора

$$V = K\left[Q_p x + Q_o(1-x)\right] \qquad (I/IУ-I)$$

Из этих уравнений автор выводит другие два уравнения путем удаления V :

- одно уравнение в конечных разностях

$$^{2}Q_o = C_o \cdot {}^{2}Q_p + C_1 \cdot {}^{1}Q_p + C_2 \cdot {}^{1}Q_o \qquad (3/IУ-I)$$

для которых коэффициенты C_o, C_I и C_2 должны быть определены из рисунков I/IУ-I, 2/IУ-I и 3/IУ-I

- и дифференциальное уравнение:

$$\frac{dQ_o}{dt} = \frac{Q_p - Q_o - xK - \frac{dQ_p}{dt}}{K(1-x)} \qquad (4/IУ-I)$$

Автор избрал это последнее уравнение для моделирования при помощи механического интегратора.

Схема интегратора указана на рисунке 4/IУ-I.С помощью интегратора, исходя из хода кривой расхода притока (Q_p) можно получить прямым путем расход оттока (Q_o) в зависимости от времени.

Это устройство способно также разрешить задачу затухания паводочной волны в резервуаре в частном случае,при x = Q, т.е. тогда, когда оно воспроизводит интегратор Харкнесса.Он может быть применен и при использовании метода "эквивалентного резервуара" Калинина и Милюкова.

Автор не останавливается подробно на степени точности аппарата, но следует считать, что его степень точности того же порядка, как и у других подобных аппаратов.

Необходимо отметить, как указывает и автор, что предложенный интегратор можно построить путем приспособления интеграторов Паскаля или Абданка Абакановича; таким образом можно простым способом построить интегратор, необходимый для изучения продвижения паводков.

В докладе И.Прохазка и М.Венецианеровой изложены произведенные расчеты для определения продвижения паводочной волны в

1954 году в секторе Братислава - Комаром для одного из вариантов зарегулирования Дуная.

Расчеты, изложенные на рисунке 2/IУ-2 относятся к случаю, когда участок реки длиной примерно в 100 км дублируется боковым каналом.

Авторы используют вариант метода "эквивалентного резервуара" по Отто Дуб при гипотезе, что расходы до 4800 $м^3/с$ транспортируются без изменений по боковому каналу.

Учитывая время продвижения, строится кривая расходов в Комаром в условиях схемы эквивалентного резервуара в естественном состоянии. Эта кривая используется потом для изучения продвижения волны, образованной расходом равным $Q = Q_I$ - - 4800 $м^3/сек$, где Q_I - расход при Братиславе.

Авторы приходят к выводу, что после построения канала расходы в Комаром возрастут на определенное значение, что соответствует высказанной вначале гипотезе относительно эксплуатации бокового канала.

Предложенный метод можно использовать легко и просто. Было бы интересно уточнить пределы применения этого метода, т.е. установить значения, до которых можно действовать снижением расходов, не учитывая влияния уровня нижнего бьефа.

Следующие два доклада излагают вкратце работы, проведенные в лабораториях гидравлической математики и речной гидравлики Бухарестского Научно-исследовательского института гидротехники относительно движения воды в естественных и обвалованных руслах.

Доклад Д.Чок и Ф.Ионеску представляет некоторые полученные результаты по исследованию неустановившегося движения на Дунае на протяжении сектора примерно в 1000 км, а также на других реках, находящихся внутри страны, при этом учитываются возможности использовать полученные результаты для составления прогнозов уровней и расходов в естественных и обвалованных руслах.

Методы расчета с помощью электронных машин были разработаны, исходя из упрощенных уравнений Сэн Венана:

$$\frac{\partial z}{\partial x} + \frac{Q^2}{Q_0^2} = 0 \qquad (I/IУ-4)$$

$$B\frac{\partial z}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \qquad (2/IУ-4)$$

интегрируя эти уравнения методом конечных разностей на ортогональной сети в плоскости x, t.

Несколько результатов этих расчетов представлены на рисунках 3/IУ-4 и 4/IУ-4. Прогноз в случаях обвалованных русел дает более точные результаты, чем в случаях естественных русел.

В докладе указано, что в естественных руслах чаще всего появляется второстепенный эффект гидравлического гистерезиса, являющегося результатом опоздания заполнения и опорожнения поймы реки и что существуют случаи, в которых этот второстепенный эффект может оказаться столь важным, что уравнения Сэн Венана и в частности уравнение непрерывности в виде формулы (2) не в состоянии описать явление передвижения паводочных волн.

Такое явление наблюдается на участке Дуная, находящемся ниже Олтеницы.

Это доказывает наличие ограничивающего условия относительно использования уравнений Сэн Венана в исследовании передвижения паводочных волн.

Доклад моих коллег С.Хынку, Ф.Ионеску, Р.Дрэгэнеску, М.Попеску, Д.Дума представляет нам некоторые проблемы относительно расчета уровней на Дунае в условиях зарегулированного стока, а также относительно прогноза будущего режима уровней, выведенного на основе имеющихся данных.

Доклад освещает в первую очередь проблему коэффициента шероховатости после обвалования реки, которая решается соответственной экстраполяцией полученных данных относительно

русла. Для экстраполяции использовалась формула типа Павловского:

$$C = \frac{1}{\mu} R^{y} \qquad (I/IУ-3)$$

где был определен y из существующих природных данных с условием, чтобы он был постоянным по отношению к R или Q. Рисунки 2/IУ-3 и 3/IУ-3 показывают наглядно правильность метода, предоставляющего нам простой способ установить формулу гидравлического сопротивления.

Вторая проблема, затронутая в докладе, относится к максимальным расходам, допустимым при расчете уровней в обвалованном русле.

Для расчета максимальных расходов вдоль реки для заданной обеспеченности была использована формула:

$$P_2 = P_I \cdot P_a$$

где P_2 является обеспеченностью максимального расхода в нижнем течении, P_I обеспеченностью его в верхнем течении и P_2 является обеспеченностью расхода притока.

В докладе дано обоснование тех фактов, которые привели к тому, что в условиях Дуная можно было считать P_a = 100%. Полученные результаты приближаются к данным,полученным при помощи формулы:

$$Q_2 = Q_1 \sqrt{\frac{F_2}{F_1}} \qquad (6/IУ-3)$$

Для расчета уровней был использован метод конечных разностей с применением электронных машин ЧИФА и МЕЧИПТ-I.

Доклад моих коллег Амафтиесей и Рэзван излагает вопрос заиления верхнего бьефа и размыва нижнего бьефа гидроэлектростанции у Железных Ворот, следовательно вопрос прогноза морфологических преобразований речного русла,которые в будущем окажут воздействие на режим уровней. Доклад подчеркивает важность этого вопроса, выявляет его значение исложность, затем представляет основные линии принятого метода расчета.

Был использован способ расчета конечными разностями на 20 - 30 секторах с Δx = 10 км и 2-60 дней - шаг переменной t. Расчеты были произведены при помощи электронной машины ЧИФА 4, используя сложный алгоритм и довольно сложную программу.

Учитывалось изменение свободной поверхности, движение наносов и их осаждение, а также селективное осаждение взвешенных наносов (2/IУ-5).

Часть полученных результатов представлены на рисунках 5/IУ-5 и 8/IУ-5.

Эти результаты ясно показывают, что в настоящее время мы имеем возможность решать такие сложные вопросы при помощи современной техники расчета, о чем было указано в моем докладе.

Дискуссии

А.СВОБОДА (Чехословацкая Социалистическая Республика) подчеркивает удобство и достаточную точность гидрологического метода расчета преобразования паводочной волны; выступающий считает, что гидрологический метод может быть применен также при образовании поверхностного стока в концентрированный русловой сток. В связи с представленным интегратором выступающий показывает, что точность аппарата зависит от качества составляющих элементов (как например, сопротивления, конденсаторы и т.д.).

М.ВЕНЕЦИАНЕР (Чехословацкая Социалистическая Республика) уточняет, что рассматриваемый и предложенный ею метод прост, а поэтому прогноз может быть разработан очень быстро; в дальнейшем сообщила, что в настоящее время разрабатывает более точный метод, основанный на съемках топографических профилей Дуная.

Р.АМАФТИЕСЕЙ (Румынская Народная Республика) говорил о больших реках типа Дуная, где для прогноза можно использовать математическую модель, имеющую в основе интегрирование уравнений неустановившегося движения Сен-Венана. Он разделяет реку на 3 зоны, а именно:

- зона I (нижняя), находящаяся, в особенности, под воздействием граничного нижнего условия;

- зона II (центральная) - под воздействием начальных условий (при времени t), в которой прогноз может быть точно вычислен;

- зона III (верхняя) - под воздействием прогноза граничного верхнего условия. К той же зоне относятся участки основных притоков, впадающих в главную реку.

В настоящее время существуют условия для осуществления математической комплексной модели, охватывающей как речное

русло, так и соответственный бассейны, питающие реку.

В связи с неустановившимся движением в русле, выступающий излагает в общих чертах метод интегрирования уравнений Сен - Венана, разработанный в Научно-исследовательском институте гидротехники. Метод основан на решении последовательными приближениями алгебраической нелинейной системы определенного порядка равного числу расчетных участков, используя метод Ньютона.

Говоря о вышеуказанной математической модели, докладчик показывает, что гидрологический прогноз на 10-15 дней мог быть рассчитан в 90 минут электронным калькулятором ЧИФА-102 и менее чем в 1 минуту калькулятором ЕЛЛИОТТ 503.

М.ПОДАНИ (Румынская Народная Республика) подымает два вопроса. Первый относительно изменения совпадения паводков на притоках и на обвалованном участке Дуная по сравнению с естественным режимом, где считает, что из-за сокращения времени добегания появляется больший интервал времени между пиком паводков на притоках и на Дунае. Второй вопрос относится к превышению уровней вследствие обвалований.

Выступающий считает, что на румынском участке Дуная эти превышения компенсируются интенсификацией процессов размыва русел.

С.ХЫНКУ (Румынская Народная Республика) показал, что дополнительные морфологические изменения, имеющие место в русле Дуная вследствие пойменных обвалований не могут сводить на нет превышения уровня, вызванные теми же обвалованиями. Морфологические изменения в основном происходят в течение длительного времени, а те, которые имеют место ежегодно, незначительно влияют на объем воды Дуная и имеют сезонный характер, так как русло Дуная при межени возвращается примерно к положению, предшествующему половодью. Уничтожение превышений уровня при режиме обвалованных русел, возникнувшие вследствие русловых размывов, было бы возможно только тогда, когда и в естественном режиме скорость течения при половодьи не

зависела бы от значения расхода, а имела бы постоянное значение.

Произведенные в прошлом измерения на Дунае не подтверждают такую возможность.

Затем нужно отметить, что произведенные на Дунае обвалования на других участках, например, на территории Югославии, привели к превышениям уровня примерно в 1,30 м во время половодья, что соответствует значениям, определенным путем расчета.

В настоящее время мы еще не располагаем измерениями расходов для паводка 1965 г. на Дунае для сравнения физического явления с расчетной моделью на румынском участке.

Обвалование поймы Дуная изменяет гидрограф расходов воды вдоль Дуная и приводит к увеличению максимальных расходов по сравнению с бытовым режимом.

Кривые расхода воды в режиме обвалованного русла выражают пропускную способность нижнего участка русла и не зависят от эффекта обвалования высшего участка.

Д.ЧОК (Румынская Народная Республика). Сообщения и дискуссии по IУ теме "Речная гидравлика" показали существующие возможности использовать в более широком масштабе гидравлические расчеты в гидрологических прогнозах на больших реках. При помощи электровычислительных машин могут быть произведены за короткий срок расчеты неустановившегося движения, которые дают возможность установить уровни и расходы в различных сечениях реки на основе предыдущих данных.

Относительно вопросов, поставленных М.Подани в связи с совпадением паводков очевидно, что вследствие обвалования меняется скорость распространения волн на реке и, следовательно, для каждого конкретного паводка положение совпадения с паводком притоков различно. Произведенные в Научно-исследовательском институте гидротехники расчеты показали это для паводка 1897 г. Для оценки эффекта, вызванного изменением этого совпадения необходимо учитывать статистический харак-

тер явления, а также то, как паводки притоков способствуют образованию уровней и расходов на Дунае.

Что касается второго вопроса, выступающий считает, что еще преждевременно делать количественные выводы до прохождения паводка. Относительно качественного аспекта, очевидно, что вследствие массивных обвалований, произведенных до паводка 1965 г., уровни вырастут на всем обвалованном участке по сравнению с естественным положением. Рост пропускной способности наносов, о котором говорил М.Подани, существует, но он недостаточно велик, чтобы во время паводка мог бы быть реализован транспорт или отложение значительного количества материала в русле, который существенно повлиял бы на уровни.

Тема V

ПРОГНОЗ В ПЕРИОД ЗИМНИХ ЯВЛЕНИЙ

В.Стэнеску[x)]

Рассматриваемые в реферате пять докладов представлены в независящем от их значения порядке. В трех из них излагаются методы прогноза даты появления ледообразований, а в остальных двух докладах рассматривается вопрос прогноза превышений уровня воды, вследствие сопротивления, вызванного ледообразованиями или заторами.

В области прогноза превышения уровней от заторов существовали до настоящего времени лишь некоторые попытки частичного характера, причем не была еще достаточно обоснованная и хорошо уточненная методика. Поэтому, можно полагать, что вклад принесенный этими двумя докладами, хотя и является началом в этой области, представляет собой серьезный шаг вперед для прогнозирования таких сложных явлений. Содержание других трех докладов, имеющих как цель прогнозирование ледовых образований (ледоход или ледостав), представляет попытки усовершенствовать в дальнейшем применяемые до сих пор методы. Для того, чтобы оценить как вышеуказанные доклады отвечают вопросам современности, и для того чтобы облегчить дебаты по этому поводу, прошу разрешить мне обратить Ваше внимание, прежде всего, на некоторые общие вопросы.

Самые последние исследования привели к разработке методов прогнозирования появления ледовых образований с возможностями их применения в практике. Из этих следует назвать доклад: "Предсказание ледовых условий на реках с особым учетом условий реки Дуная", представленный на II-ой конференции придунайских стран по гидрологическим прогнозам в Грац

---

x) Научно-исследовательский институт гидротехники, Букурешть.

(1963 г.) В.Ласлоффи и К.Сестай. Имея температуры воды в момент, когда температура воздуха ниже 0°С, и отрицательные температуры в период заблаговременности, необходимые для образования ледостава, авторы дают метод определения срока появления ледовых явлений на Дунае.

В рамках тех же исследований следует напомнить метод, разработанный А.Г.Шуляковским и В.Д.Коморовым для прогнозирования ледостава, основанный на установлении приблизительных зависимостей объема воды реки от отрицательной температуры воздуха, как показателя потери тепла. В одном труде, опубликованном в сборнике трудов № 80/1962 г., изданным Ленинградским государственным гидрологическим институтом, Т.Н.Макарова и З.А.Ефимова предлагают метод долгосрочного прогноза ледовых явлений на Дунае, основанный на анализе синоптических карт, в которых типизация периодов, предшествующих появлению ледовых образований ведет к возможности их прогнозирования с заблаговременностью от 1,5 до 2,5 месяцев.

Следует также назвать попытки, сделанные в Народной Республике Болгария Ст.И.Стефановым и Хр.Лаловским с целью анализа синоптических условий, связанных с суровыми зимами 1946 - 1947 гг. и 1953-1954 гг.

Появление ледовых образований представляет собой очень сложное явление как результат смешанного воздействия ряда факторов, из которых некоторые являются взаимообусловленными.

В основном, появление ледовых образований зависит от следующих основных факторов:

- отрицательные температуры воздуха в период, предшествующий появлению ледовых явлений, представляют собой основной фактор воздействия;

- температуры воды в момент перехода температуры воздуха через 0°С;

- расход воды в период ледообразования.

Одной из важнейших трудностей в разработке прогноза появления ледообразования является прогнозирование отрицательных

температур воздуха, для которых существующие методы не имеют еще достаточной надежности. Поэтому, некоторые из исследователей стремились исключить это неудобство,уменьшая срок заблаговременности и принимая в качестве главного критерия момента прогнозирования даты появления льда так называемой "критической температуры", без которой не может иметь место образования льда.

Ясно, что этот метод не строго основан на анализе генетических факторов явления,но он представляет удобство в том,что не включает и ошибки прогноза температур воздуха в период заблаговременности.

Вопрос такого же характера рассматривается в докладе Марии Стан "Краткосрочный прогноз ледовых явлений на румынском участке Дуная". Здесь представлены методы, используемые для прогнозирования ледохода и ледостава на румынском участке Дуная. Метод прогнозирования появления ледохода основан на допущении расчетных принципов, выраженных ясно в зависимости:

$$t_s - t_{\theta_{cr}} = f\left(\theta^-_{med}, \theta^+_{med}, \Delta H\right) \qquad (I)$$

где: t_s – дата появления ледохода в дни, начиная от I.XII;

$t_{\theta_{cr}}$ – срок появления критической температуры в дни, начиная от I-го декабря;

θ^-_{med} – среднее значение отрицательных ежедневных температур воздуха, зарегистрированных раньше критической даты;

θ^+_{med} – среднее значение положительных среднесуточных температур воздуха,зарегистрированных в интервале в I8 дней, предыдущей критической даты;

ΔH – отклонение уровня воды от среднего нормального значения в критическую дату.

Автор считает, что исходным пунктом прогноза является критическая температура воздуха.

В соответствии с принятым принципом не может иметь место образование ледохода без образования этой критической температуры. По мнению автора, критическая температура явля-

ется параметром, изменяющимся в относительно тесных пределах, будучи характерной каждому изучаемому периоду. На основе зависимости (I) на рис.I дается объяснение для поста Галац системы коаксиальных графиков, с помощью которых определяется самый возможный срок появления ледохода в зависимости от известных элементов в день появления критической температуры.

В основе метода предсказания ледостава положены принципы похожие с вышеизложенными, которые могут быть выражены зависимостью:

$$t_p - t_{cr} = f\left(\sum \theta^-, t_{\theta_{cr}}, \Delta H\right) \qquad (2)$$

$t_{\theta_{cr}}$ - календарная дата появления критической температуры;
t_p - дата появления ледостава;
$\sum \theta^-$ - сумма отрицаетльных температур в период, заключенный между датой их появления и датой проявления критической температуры;
ΔH - отклонение уровня от нормального значения в срок появления критической даты.

Как и в случае прогноза появления ледохода, автором принят как исходный пункт прогноза появление критической температуры, без которой не может иметь место образование ледостава.

На основе зависимости (2) были составлены на рис.2 для поста Брэила коаксиальные графики предсказания ледостава в зависимости от элементов известных в день выпуска прогноза.

В заключении, автор делает оценку качества используемых методов на основе статистического анализа на основе относительных ошибок прогноза и их сравнения с возможными ошибками, вычисленными из сравнения прогнозируемых величин со средними, из этого следует, что для прогноза льдин отклонения ниже 20% для количества случаев между 76-82%, а для прогноза ледостава отклонения ниже 20% для количества случаев между 80-88%.

В качестве коментарий этой работы я хотел бы подчеркнуть в первую очередь ее оперативность путем применения методов, указанных автором. Докладчик не смог выяснить из содержания труда некоторые аспекты, особенно относительно допускаемых критериев и в этом случае были бы своевременны дополнительные сведения.

Так, считаем полезным изучать условия закономерности выбора параметров ΔH, представляющих отклонение уровня воды от средненормального значения в критическую дату. Считаем, что параметр должен иметь различные физические значения в случае появления ледохода и в случае образования ледостава. При появлении ледохода параметр выражает косвенным путем объем воды, который должен быть подвергнут охлаждению в период, предшествующий появлению ледохода, а при образовании ледостава, он выражает косвенно значение скоростей у поверхности воды, которые существенно влияют на образование ледостава. Поэтому нам кажется необходимым более детальное изучение вопросов, которые поднимает автор при выборе этого параметра.

Другим заслуживающим внимание аспектом, который должен быть подчеркнут и диспутирован, является предложенная автором гипотеза о том, что можно пренебрегать температурами воздуха из заблаговременного периода. Конечно, эта гипотеза характеризует сам метод тем, что дает большую оперативность вследствие отказа от использования прогноза температуры воздуха, который в свою очередь может содержать некоторые ошибки, безусловно влияющие на общий результат. Однако, было бы целесообразно получить дополнительные сведения от автора в отношении пределов, в которых может быть применим метод в случае, если в промежутке времени интенсивность ледообразования значительно уменьшается и ведет к опаздыванию сроков появления льда по сравнению с прогнозированным сроком, и не может быть известна. Наконец, считаем целесообразно, чтобы автор выразил более подробно свою точку зрения о правильности выбора критической температуры, которая считается в его труде исходным пунктом метода.

Идея, высказанная в работе об относительном постоянстве θ_{cr}, выведенная на основе независимости от зарегистрированного уровня, не доказывает убедительно о постоянстве параметра и считаем полезным иметь обмен мнениями по этому вопросу. Точно также можно предложить, чтобы обсуждение работы М.Стан было бы проведено вместе с обсуждением работы П.Мицэ, которую представляю ниже.

В его докладе с заглавием: "Прогноз образования ледостава на Нижнем Дунае", П.Мицэ занимается нахождением метода прогноза, который базируется на основных генетических факторах образования ледостава.

В вступлении к работе автор дает общий анализ факторов, влияющих на образование льда на реках, после чего дает характеристику процесса ледообразования в конкретных условиях Нижнего Дуная. С целью разработки метода для предсказания появления ледостава, автор проследил 2 конкретных случая (у Тульча и Джурджу) эволюции температур воздуха с момента появления первых отрицательных температур до появления ледостава. В результате анализа, проведенного в период зим, в которых образовался ледостав, автор установил, что усиленное охлаждение воды происходит с момента установления непрерывного периода с отрицательными температурами воздуха (названного стабильным периодом), который характеризуется средней интенсивностью отрицательных температур воздуха (i_t). Автор показывает в дальнейшем, что значительное влияние на более раннее или более позднее образование ледостава в тех же условиях отрицательных температур стабильного периода имеет и возможное наличие периода предшествующего стабильному, в котором температуры воздуха колеблются вокруг величины $0^{o}C$ (названной автором колеблющимся периодом). Наконец, наличие расходов воды, отличных от средних расходов, которые обычны в период образования ледостава, может оказать существенное влияние на ледообразование, опаздывая в случае больших расходов) или ускоряя (в случае малых расходов) его появление.

Имея в основе такие принципы, автор предлагает метод прогноза образования ледостава, основанный на метеорологическом прогнозе температуры воздуха и состоящий в использовании следующих корреляционных связей, выраженном графическим способом.

а) Связь между величиной температуры воздуха в стабильный период и число ее дней от момента появления этого периода до образования ледостава (рис.5);

б) связь $\Delta n = f(\Delta Q)$ между величиной, полученной как разность между расходом данной зимы и средним нормальным расходом из периода с ледоставом, и между отклонением появления ледостава, зависящим от этих разностей по отношению к нормальным ее условиям (рис.6);

в) связь $\Delta' n = f(i'_t)$ между величиной средней температуры воздуха в колеблющийся период и между отклонением в днях по сравнению с нормальными условиями появления ледостава (рис.7).

Эти связи объединены в виде коаксиальных графиков, представленных на рис.8 и 9.

Сначала следует отметить, что главная заслуга этого своеобразного труда состоит в углубленном анализе образования явления и в основании метода прогнозирования на генетических факторах.

Считаем, что было бы целесообразно, чтобы автор дал некоторые дополнительные объяснения относительно предложенного им метода в необычных условиях эволюции температур воздуха. Докладчик не смог выделить из труда особенности применения метода в тех случаях, в которых колеблющийся период имеет большую продолжительность и, следовательно, и прогноз развития температур воздуха в стабильных период, который следует, предполагает долгосрочный прогноз с соответствующими следствиями. Желательно было бы узнать также, в каких условиях заблаговременности прогноз может дать хорошие результаты. Наконец, предлагаем анализ влияния возможных ошибок прогноза температур на законченных ошибках прогноза ледостава.

Как отмечено, метод прогноза ледостава, предложенный П.Мицэ, отличается исходными предпосылками от примененного М.Стан, каждый из них имел свои удобства или недостатки. Однако, имея в виду некоторые общие элементы, используемые обоими авторами, считаем, что чередование общих методов может быть целесообразным и удобным. С целью обмена мнениями по этому вопросу обращаем внимание аудитории.

В своем докладе "Расчет времени появления льда на Нижнем Дунае" А.И.Афанасьев рассматривает основные теоретические тезисы и результаты выводов Л.Г.Шуляковского, а также особенности схемы расчета сроков появления льда на Дунае, разработанной в СССР инженером Бухаевской.

Автор исходит из уравнения теплового баланса в период охлаждения водной массы

$$A + B = 0 \qquad (I)$$

где: A - поток тепла из водной массы поверхности раздела вода - воздух;

B - результирующая тепловых потоков лучистого теплообмена, испарения или конденсации и обмена тепла с воздухом.

Составляющая A из уравнения (I) можно написать в упрощенном виде

$$A = \alpha (\theta - \theta_s) \qquad (2)$$

где: α - коэффициент теплоотдачи;

θ - средняя температура воды в сечении;

θ_s - температура поверхности воды.

В условиях понижения температуры поверхности воды до $0^{\circ}C$, т.е. в момент появления льда $\theta = 0$ α, θ и B получает обозначение "n" и в этом случае из уравнения (I) и (2) можно написать неравенство:

$$\theta_n \leqslant \frac{B_n}{\alpha_n} \qquad (3)$$

Это неравенство отражает необходимое и достаточное условие для появления льда.

В целях определения характера изменения температуры воды автор считает, что это изменение находится в зависимости от нескольких параметров, а именно: поверхностная теплоотдача воды (B), теплообмена с ложем (q_a), притока тепла с подземными водами (q_{sub}) и в связи с диссипацией энергии ($q_э$).

Автор анализирует в работе особенности параметров B и q_{sub}, которые он объясняет в зависимости от других элементов, которые могут быть известны или измерены и, приходит в заключении к дифференциальному уравнению измерения температуры воды во времени

$$d\theta = \frac{B + q_a + q_e + (\theta_{sub} - \theta)\,\sigma\, c\, \varsigma}{h\, c\, \varsigma}\, dt \qquad (4)$$

где: θ_{sub} – температура подземных вод;
σ – удельный приток подземных вод;
c – (удельная температура воды) теплоемкость воды;
h – глубина в рассматриваемом сечении;
ς – плотность воды.

Из выражения B в зависимости от разности между температурами воды (θ_s) и воздуха (θ), от коэффициента теплообмена (K) и от удельного теплообмена (d) при $\theta_s = \theta$ можно прийти к выражению:

$$B = -K(\theta_s - \theta) + d \qquad (5)$$

Совместным решением уравнений (3) и (5), уравнение (4) может быть написано в виде:

$$d\theta = \frac{-\left[\alpha K + (\alpha + K)\,\sigma c \varsigma\right]\theta + \alpha K \theta + \alpha d + (\alpha + K)\left(q_a + q_e + q_{sub}\right)}{(\alpha + K)\, h c \varsigma} \qquad (6)$$

Интегрируя уравнение (6) от θ_0 до θ_t и от момента 0 до t при осреднении величин θ, K, d, h, α, q_a, q_e и q_{sub} автор представляет следующее экспоненциальное изменение температуры воды во времени:

$$\theta_t = \theta_0 e^{-a} + (p\theta + \tau)\left(1 - e^{-a}\right) \qquad (7)$$

где: α, p и τ зависят от вышеуказанных параметров:

$$\alpha, K, d, \gamma, c, \varrho, q_a, q_e, q_{sub}.$$

Автор исходит из момента, когда начальная температура воды в сечении является θ_o и считает, что "n" интервалов времени Θ температура воздуха может быть осреднена за каждый из этих интервалов времени отдельно. Тогда для всех интервалов времени уравнение (7) можно написать:

$$\theta_n = \theta_o e^{-na} + p\sum_{i=1}^{n}\left[\theta_i\left(e^{-(n-i)a} - e^{(n-i+1)}\right)\right] + \xi\left(1-e^{-na}\right) \quad (8)$$

Подставляя в неравенство (3) значение θ_n из (8) можно получить необходимые условия для начала ледообразования. Далее автор излагает порядок расчета отдельных параметров этого неравенства, которые входят в уравнение (8). Таким образом удельный теплообмен при $\theta_s = \Theta$ рассчитывается из формулы $d = Q + Ie + LE$ при помощи графиков представленных на рис.2 и 3 и также в таблице № 3, где $d = f(\varphi, v_m)$

φ - широта и

v_m - среднее многолетнее значение скорости ветра.

Расчет коэффициента теплообмена "K" дан в зависимости от температуры воздуха и скорости ветра в таблице № I.

Коэффициент теплоотдачи α в соответствии со связью, представленной на рис.I можно переписать в следующем виде:

$$\alpha = (1745u + 106w)c\varrho \quad \text{кал/см}^2 \text{ сут.град.} \quad (10)$$

где: v - скорость течения воды, а w - скорость ветра. Оба элемента могут быть измерены.

Величины q_a рассчитаны как средние значения в зависимости от φ и h в таблице № 2.

Приток q_e рассчитывается при помощи формулы:

$$q_e = \frac{\varrho u h i}{0{,}421} \quad (11)$$

где: i - уклон водной поверхности. Что касается остальных двух элементов γ и q_{sub}, автор указывает средние значения,

полученные Шуляковским для территории Советского Союза. Это вкратце теоретические предположения Л.Г.Шуляковского представленные А.И.Афанасьевым в своем реферате.

Далее автор излагает способ применения этих теоретических предположений в конкретном случае прогноза появления льда на Нижнем Дунае. Автор показывает, что вследствие анализа производственных расчетов Г.С.Бухаевской в Рени и Джурджу было установлено, что степень точности их 90% при погрешности максимум два дня и 87% при погрешности в одни сутки (таблица № 6).

В заключении работы автор показывает, что для прогноза появления льда необходимо знать период заблаговременности, ожидаемое изменение следующих элементов: уровня воды, температуры воздуха, интенсивность ветра и облачности. Автор выражает свое мнение, что погрешности прогноза интенсивности ветра и облачности влияют в меньшей степени на прогноз появления льда, чем погрешности прогноза температуры воздуха.

Я хотел бы подчеркнуть, что представленный метод является наиболее обоснованным ввиду того, что он строго учитывает влияние всех факторов, вызывающих появление льда. Безусловно, точность этого метода снижается при наличии особых случаев, так как метод основывается на нескольких метеорологических и гидрологических элементах. В связи с этим, докладчик в своем реферате не указал каким образом некоторые серьезные погрешности прогноза вышеуказанных четырех факторов могут повлиять на точность прогноза появления льда в особых случаях.

Мы считаем также, что были бы полезными некоторые дополнительные разъяснения - более детальные, чем были представлены в реферате, не столько детали применения метода, сколько относительно осуществления возможных упрощений способов прогноза, имея в виду особые условия, при которых этот метод применялся. Было бы интересно, чтобы автор показал, по

возможности, количественно, каким образом максимальные пределы погрешностей прогноза четырех основных элементов влияют на общую погрешность прогноза.

Наконец, не лишена интереса идея возможности автоматизации процесса прогноза, основанного на этом методе при помощи цифровых вычислительных машин, которые кроме преимущества большой оперативности имеют возможность корректировать на ходу прогноз появления льда в зависимости от изменения основных параметров, входящих в расчетный алгоритм.

Вот какие проблемы были представлены в связи с прогнозом ледовых явлений.

Далее, мы представим остальные два реферата, которые занимаются вопросом прогноза уровней в условиях наличия заторов.

Реферат, представленный И.Жуффа имеет тему "Прогноз подъема уровня Дуная вследствие отдельного затора". В своей работе автор обосновывает свой метод исходя из оценки увеличения объема воды, накопленной на определенном участке и переходит затем к прогнозу уровня в интервале времени, в котором происходит соответственное накопление. На основе поперечных профилей строятся в отдельности кривые связи между объемом накопленной воды и соответствующими уровнями для каждого заданного профиля (рис.4). Моменты, учитываемые автором (рис. 4): исходный момент 0, соответствующий положению со свободным стоком, момент составления прогноза (2) при появлении затора в начальной фазе в момент (3), для которого составляется прогноз максимального уровня, вызванного затором.

Для моментов (I) и (2) кривая поверхности воды является параболой, касающейся горизонтали в профиле затора или линии свободной поверхности для профилей верхнего течения. На основе графика (3) строится график (2), который представляет собой одно из основных звеньев в составлении прогноза. Другое основное звено для составления прогноза - график I рис.2, на котором было нанесено колебание накопленного объема воды в зависимости от зарегистрированных расходов в секторах, находящихся выше и ниже затора для различных интервалов времени.

Имея в распоряжении представленные графики, прогноз вероятного уровня в моменте (3) состоит в следующем:

I. Пусть момент (I), момент когда началось превышение уровней вследствие образования заторов в определенном профиле.

2. При помощи графика 2 рис.4 определяется объем воды, накопленный до момента (I) согласно формуле:

$$V_{t_1} = S_o^1 + \sum_{i=1}^{n} S_i^1 \qquad (I)$$

где: S_0^1 и S_i^1 указаны в графике.

3. К этому значению прибавляется ожидаемый объем до момента (2), рассчитанный при помощи графика I рис.2.

4. Наносится в график 2 рис.4 точка, полученная на основе суммирования объемов в моменте (I) и прогнозируемые между моментами (I) и (2) на кривой профиля, в котором образуется затор. Получается таким образом в первом приближении максимальный уровень, предвиденный после периода времени T между моментами (I) и (2).

5. На основе графиков (2) и (3) из рис.4 и при помощи последовательных приближений определяется вероятная кривая подпора, под которой накопляется, после периода времени T, рассчитанный объем воды.

По мнению автора, полученные значения должны быть откорректированы за всё время прогноза в зависимости от изменения конечных условий.

В заключении своей работы автор дает определение возможностей образования волны, вызванной заторами для учета при составлении прогноза.

Так как указывает сам автор, работа не представляет универсального пригодного метода во всех случаях и является в этой области прогноза только начинанием. Мы считаем, что было бы интересно, чтобы автор дал некоторые дополнительные разъяснения в связи со способом оценки расходов в сечениях до и

после образования затора, так как докладчик не уточнил каким образом он произвел расчет расхода ниже затора, когда этот затор в свою очередь зависит от происшедшего накопления, что является основной целью прогноза.

Последняя работа, включенная в наш реферат, это доклад К.Дьякону озаглавленный "О возможностях прогноза уровня на Нижнем Дунае в условиях наличия ледостава". В работе автор исходит из некоторых особенностей наличия и эволюции ледостава на нижнем участке Дуная. Вследствие подробного анализа ледостава за примерно 60-летний период, автор показывает, что повторяемость ледостава больше в нижнем течении рассматриваемого участка. Другая особенность эволюции ледостава - образование ледостава с низовья к верховью и его исчезновение - с верховья к низовью.

Исходным пунктом в указании предложенного метода является замечание, что на посту Оршова ледостав является весьма редким явлением. Наличие такого поста дает возможность произведения расчетов повышений уровней вследствие образования ледостава на нижележащих постах.

Метод расчета этих повышений уровня состоит в составлении связей уровней в свободном режиме и в условиях ледостава между Оршовой и каждым из исследуемых пунктов, имея в виду и время добегания между этими двумя постами. Разности между уровнями вышеуказанных двух корреляций представляют собой превышение уровней.

Другой метод, указанный автором в работе, основывается на отсутствие ледостава на обоих концах нижнего участка Дуная. В таком случае определяется путем линейной интерполяции расход в каждом отдельном секторе ледостава, который будучи введен в кривую расхода воды поста приводит к определению уровней, зарегистрированных в свободном режиме стока.

Используя оба способа для зимы 1962-1963 гг. и для нескольких постов на Нижнем Дунае даются для наглядности на рис.2 графики колебания уровней и ледовых явлений и графики эволюции повышений уровней.

На рис.3 автор также представил эволюцию в характерных моментах превышения уровней вследствие ледостава зимнего периода 1962-1963 гг. на всём нижнем секторе Дуная.

Из произведенного автором анализа эволюции повышения уровней в течение нескольких зим было установлено, что их эволюция происходила таким образом, что приводит к выводу о том, что если нам известно значение ΔH в нескольких последовательных моментах, это может нам позволить экстраполяцию тенденции вариации повышения уровня вследствие наличия ледостава.

В экстраполяции тенденции вариации превышений очень важно анализировать комплекс факторов, обуславливающих явление (резкие оттепели, снижение температуры воздуха ниже $0^{o}C$, увеличение расхода и т.д.), чтобы можно было уточнить периоды относительной устойчивости. Краткосрочный прогноз с заблаговременностью 1 - 5 дней можно составить следующим образом: прогнозируются расходы в Оршове и при помощи кривой расхода воды находятся уровни в свободном режиме стока для постов ниже Оршовы. Прибавление прогнозированных превышений на этих уровнях приводит к получению вероятных значений при условии наличия ледостава. Автор занят также возможностью долгосрочного прогноза уровней (15-30 дней), появившихся вследствие ледостава.

Автор исходит из справедливого предположения, что эффект превышения уровней тем больший, чем больше толщина ледяного покрова.

В результате дается толщина ледяного покрова, а также и продолжительность ледостава в зависимости от суммы отрицательных температур после его появления (рис.5).

С другой стороны, автор анализирует для двух конкретных случаев (Зимнича и Олтеница) ряд максимальных значений превышений за 22-летний период и рекомендует применение значения превышений ΔH к верхнему пределу порядкового ряда в случае высокой величины значения D и наоборот. В заключении своей работы автор выражает свое мнение, что в ходе

составления прогноза максимального уровня абсолютно необхо-ма его коррекция.

Мы отмечаем оригинальность предложенного метода и возможность его применения и на других участках Дуная, где благодаря местным условиям русла (уклоны и большие скорости) появление ледостава является редким явлением.

Конечно этот метод является только начинанием и улучшение его путем учета также и других факторов может сделать метод более эффективным. Мы считаем, что существует возможность, чтобы в случае долгосрочного прогноза найти корреляцию между продолжительностью ледостава и превышением с определенной обеспеченностью рассмотренного статистического ряда. С этой точки зрения нам кажется, что некоторые дополнительные уточнения автора были бы очень полезны для разъяснения проблемы на данной стадии.

В заключении моего доклада я хотел бы подчеркнуть общий аспект относительно всех представленных рефератов.

Как было отмечено, эти доклады представляют результаты, полученные при применении некоторых более или менее упрощенных методов в конвретных ситуациях.

Чтобы оценить насколько интересны были полученные результаты необходимо знать чем отличаются исследуемые частные случаи от общих условий, чтобы таким образом объяснить правильность полученных результатов в случае применения упрощенных методов.

Подробный анализ в области применяемости каждого метода является также темой, на которой, мы надеемся, авторы остановятся как можно более подробно.

В заключении общего реферата я хотел бы подчеркнуть некоторые достижения в области прогноза в периоде зимних явлений. Сложность исследуемых явлений, некоторые недостатки,что касаются фонда основных гидрометеорологических данных, а также отсутствие точных методов количественного прогноза метео-

рологических явлений создают, безусловно, трудности в составлении методов прогноза как можно более аналитичных. Однако, принимая во внимание важность прогноза зимних явлений и их эффектов для народного хозяйства придунайских стран, я считаю, что все усилия гидрологов для улучшения этих методов полностью оправдываются.

Дискуссии

А.И.АФАНАСЬЕВ (СССР) сделал ряд уточнений по вопросу о том, в какой степени отражаются ошибки прогноза различных метеорологических элементов в общей ошибке прогноза появления ледовых явлений. Автор выступил также по вопросу о возможности применения методов электронного расчета при составлении прогноза. В заключение А.И.Афанасьев уточнил частный характер применения этих методов, а также способ решения в специфических условиях Дуная.

И.ЖУФФА (Венгерская Народная Республика) выступил по вопросу практического решения прогноза уровней в случае отдельного затора.

Выступающий показал некоторые практические способы оценки расхода воды, протекающего ниже затора. В заключение, автор уточнил, что предложенный метод является первой попыткой, которая должна быть усовершенствована в течение периода, в котором дается прогноз.

М.СТАН (Румынская Народная Республика) дала некоторые объяснения в связи с физическим значением критической температуры, необходимой появлению осеннего ледохода и ледостава, затем показала, что на основе предложенного метода были получены уже до настоящего времени некоторые обещающие результаты.

П.МИЦЭ (Румынская Народная Республика) в своем выступлении говорил о динамике образования ледовых явлений и наглядно показал, каким образом был решен вопрос прогноза ледостава в течение зимних периодов 1955-1956 и 1964-1965 гг.

В.СТЭНЕСКУ (Румынская Народная Республика) выразил надежду, что представленные доклады, а также дискуссии по докладам способствуют улучшению и расширению методов прогноза в период зимних явлений.

Тема VI

ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЖИМА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Р.Кэдере[x)]

Данный доклад является синтезом трех работ по следующим темам:

I. Сочетание гидрологических и экспериментальных методов для составления прогноза подземных вод аллювиальных зон Дуная. Авторы работы: кандидат технических наук доктор Вацлав Зажичек, сотрудник Пражского института водного хозяйства (ВИВ) и инженер Вацлав Халек, сотрудник Института гидротехники (ВВИГ), г.Брно;

2. Изменения режима грунтовых вод в Карабоазской низменности при силовом строительстве на реке Дунае. Автор - Божидар Чочков из Софии;

3. Прогноз подземных вод, автор Вероника Чобок, сотрудница Института водного хозяйства (ВИТУКИ) - Будапешт.

Из представленных работ, первая и вторая занимаются в основном вопросами влияния на режим подземных вод будущего гидротехнического благоустройства Дуная, останавливаясь бегло на возможности установить прогнозные отношения, позволяющие заранее установить некоторые параметры гидрологического режима в эксплуатационных целях.

Последняя работа занимается в основном вопросом прогноза гидрологического режима в настоящем положении как для поймы Дуная, так и для карстовых источников, указывая пределы применяемости предложенных методов прогноза и внося только некоторые замечания, касающиеся возможности составления прогноза в будущем в условиях благоустроенного режима.

---

x)Научно-исследовательский институт гидротехники, Букурешть.

Оба рассматриваемые аспекта подразумевают в обязательном порядке изучение зависимости между режимом подземных вод и режимом поверхностных вод, учитывая как вертикальные, так и боковые инфильтрации под различными углами наклона. Это является одной из главных задач современной гидрологии. Решение этой задачи усложняется по мере увеличения глубины залегания водоносных горизонтов.

С этой точки зрения интересно заметить, что в международном плане эти вопросы освещаются во многих работах как это было видно на последних международных встречах специалистов.

Так, на XIII общем совещании АИХС (Беркли, август 1963 г.) были представлены значительные работы, из которых отметим доклады М.И.Рорэбенча и Шервуда и Клайна (США), устанавливающие отношения обмена между поверхностной водой и подземной в зонах с повышенной водопроницаемостью, в то время как Баден и Эгельсман (Германия) определяют формулы обменов между поверхностной и подземной водой при заболоченности, т.е. с небольшой водопроницаемостью пород.

К.И.Смирнов и И.Б.Вольфсон, а также Д.И.Куделин и О.В.Попов (СССР) подчеркнули значение методов расчета питания подземных вод и установления их стока.

Новые пути исследования намечаются геоэлектрической обработкой измерений сопротивляемости при определении пределов водоносных горизонтов, как это дает Х.Флате (Германия), так и используя результаты некоторых из последних исследований в области теории эластичного режима, которым занимается В.Н.Челкачев (СССР), а также установление кривых секторов расчетом регулирующих запасов, разработанным С. Кастани (Франция).

На УI встрече МГА (Международной гидрологической ассоциации), состоявшейся в Белграде в сентябре-октябре 1963 года, были также представлены весьма интересные исследования, среди которых работа Р.Дегалльe (Франция) показывает, какие методы должны приниматься для измерения непосредственного

питания подземных водоносных горизонтов. Районная оценка подземных вод и составление карт прогноза эксплуатационных ресурсов СССР определены Н.Н.Биндерманом и Ф.М.Бочеревым (СССР).

В разрешении проблем, связанных с прогнозом изменения режима подземных вод исследования ведутся в двух направлениях: первое - определяется только качественно,- главные гидрологические параметры, колеблющиеся во времени и пространстве; второе направление исследований характеризуется количественным определением колебания во времени гидрологических параметров на всей рассматриваемой территории.

Последний путь служит,в особенности,для предвидения временного и постоянного влияния человеческой деятельности на режим и равновесие подземных вод, а также методов прогноза режима подземных вод в местностях, не тронутых человеком.

В связи с этими вопросами составление прогнозов колебания подземных вод и, в особенности, грунтовых, тесно связано как с гидротехническим строительством, так и с гидромелиоративными работами. Это обстоятельство приводит к тому,что определение притока подземной воды и, следовательно,расчет соответствующего баланса в пойме Дуная, при установившемся и неустановившемся режиме стока,является задачей первостепенной важности для гидрогеологов и гидротехников всех придунайских стран.

Исследуя эти вопросы, работа озаглавленная " Сочетание гидрологических и экспериментальных методов для составления прогнозов подземных вод аллювиальных зон Дуная " представленная В.Заичком и В.Халеком, освещает в первой части вопрос гидрологических и гидрогеологических условий,влияющих на тесную зависимость поверхностного и подземного стока в зоне поймы Дуная и его притоков: Марш, Вааг и Нитра.

Авторы отмечают таким образом, что в засушливые периоды главное направление стока подземных вод в пойме Дуная совпадает с направлением реки, в то время как в нижних течениях притоков подземные воды подвержены поочередно влиянию

уровней половодья на Дунае во время летних паводков, или же половодья на притоках в период весенних паводков.

Заметили, что изменения уровня текучей воды, влияют в относительно короткие периоды времени на уровень подземных вод, как это видно на наблюдательном посту вниз от Братиславы, расположенном на расстоянии 1200 м от реки.

Уточняется, что повышение уровней подземных вод, вызываемое паводочной волной, представляет сложное явление,которое может быть изучено, только на основании наблюдений во времени. Авторы подчеркивают, что количественное разрешение задач неустановившегося стока представляется затруднительным из-за применения только гидравлических методов расчета,что приводит их к мысли использовать гидрологические методы для получения исчерпывающих результатов.

Установившийся сток в зоне поймы изучается наблюдением над уровнем подземной воды и уровнем реки, используя гидрологическую и гидрометрическую наблюдательную сеть, ограничивая геометрический объем изучаемых секторов.Таким образом,строятся гидроизогипсы, а с помощью расчета эффективной пористости определяется изменение запасов подземных вод. Авторы пренебрегают колебаниями по вертикали, вызванными осадками и боковым притоком, когда эти факторы незначительны.

На основе использованных методов рассчитали накопление запасов подземных вод в паводковые периоды,характерные для реки Ваар, до окончания гидротехнических строительств на этой реке, а также изменение запасов подземных вод поймы. Дуная в исследуемом секторе, в зависимости от весенних и зимних паводков.

Для разрешения этих вопросов, авторы использовали электромоделирование через сито (узлы сопротивления),изучая актуальные гидрологические процессы, а также процессы, которые возникнут в будущем после осуществления запроектированных гидротехнических сооружений. Таким образом, пространственная задача была сведена к задаче аналогии,вследствие также и того, что колебания свободной поверхности незначительны по сравнению с мощностью водопроницаемого слоя.

Для самого общего случая при неустановившемся стоке, авторы используют отношение:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{KH_t}{\mu} \cdot \frac{\partial h}{\partial x}\right) \qquad (I)$$

в котором:

h – сумма пьезометрических и геодезических высот;

t – время;

K – коэффициент водопроницаемости;

μ – эффективная пористость.

В случае, когда $\frac{KH_t}{\mu}$ изменяется незначительно на протяжении оси x абсцисс, можно использовать формулу:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{KH_t}{\mu} \cdot \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} \qquad (2)$$

Уравнение (3) авторы разрешают экспериментально с помощью электрической аналогии.

Для описания одноразмерного неустановившегося подземного стока и со свободной поверхностью воды, слегка наклонённой, в которой принимается во внимание и влияние испарения, осадков и транспирации растений, авторы используют уравнение:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = a_n \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + b\,(x, t) \qquad (3)$$

Значение параметров a_n и b определяется в предельных условиях.

Из этого общего уравнения исходят и зависимости, касающиеся частных случаев. В заключении этой работы указано, что для практического решения вопросов такого рода было использовано сочетание цифровых и экспериментальных методов, причем хорошие результаты были достигнуты при помощи анализатора электрической сети HYDRAL, построенного в ВВУХ Брно. Таким образом определяется влияние изменений будущих предельных условий, а тем самым определяется практически прогноз уровней подземной воды под влиянием запроектированных гидротехнических работ.

Авторы указывают, что решение задач было произведено с помощью гидродинамических, гидравлических и комбинированных методов, причем полученные результаты превысили сферу вопросов, касающихся подземных вод и были применены также для оценки процессов краткосрочных прогнозов водотоков.

Эта работа представляет особый интерес, так как, учитывая комплексность математических расчетов,касающихся подземной гидравлики, авторы приступили к практическому решению задачи, используя метод аналогичного моделирования.

Также интересен тот факт, что авторы учитывают все факторы баланса (3), следовательно, также и осадки и эвапотранспирацию. Было бы очень поучительно, если указались бы авторами также способы определения этих двух важных факторов и, в особенности, эвапотранспирации.

Предложение неучитывать вертикальных колебаний, вызванных осадками, а также склоновым притоком,когда эти факторы являются пренебрежимыми в случае неустановившегося течения, было бы более точным, если в работе были бы указаны пределы, до которых можно дойти в этой оценке.

Одновременно, я хочу внести предложение, которое приведет к дополнению метода работы, указанного авторами этого ценного труда, а именно использование геофизических способов, в особенности электрометрических и сейсмических, для опрeления основных гидрогеологических параметров.

Вторая работа, озаглавленная "Изменение режима грунтовых вод в Карабоазской низменности при силовом строительстве на реке Дунае" Божидара Чочкова, занимается исследованиями, проведенными в Карабоазской низине, представляющей собой старое русло Дуная, заиленного впоследствие наносными детритовыми материалами.

Эта низменность, в прошлом затопляемая рекой, рассматривается в настоящее время в связи с построенными гидромелиоративными сооружениями (дамбами, насосными станциями для дренажа, насосными группами для орошения и т.д.).

Автор рассматривает литологию отложений, заиляющих эту низменность и отмечает, что она разнообразна и состоит из трех слоев: на поверхности плотный глинистый слой,за ним следуют глинистые пески (K_f = 0,5 - 2 м/в сутки), далее расположен мощный слой из щебня и песка (K_f = I,80 м/в сутки), где залегает водоносный слой, тесно связанный с колебанием уровней на Дунае.

Исследование режима подземных вод в низменности было проведено стационарными наблюдениями в течение I7 лет при помощи равномерно распределенных на всей изучаемой территории наблюдательных колодцев.

На основе этих наблюдений были установлены зависимости между средними месячными и годовыми уровнями Дуная и грунтовых вод, находящихся в низменности. Эта зависимость прямолинейна и имеет вид:

$$y = 0{,}383\ x + 20.530 \qquad (4)$$

Были проведены лабораторные исследования по методу ЭГДА для установления фильтрационного притока при различных предусмотренных значениях уровня Дуная и уровня дренажа в колодцах. Модель была осуществлена в масштабе I:700, а фильтрационный приток по длине I км был Q = I,20 $м^3$/сек.

Цель данной работы, по словам автора, было установить,какой расход воды необходимо откачать из скважин,расположенных на расстоянии 25 м друг от друга, после подъема гидростатического уровня в результате строительства на Дунае,для сохранения такого уровня подземных вод, который позволил бы полноценно использовать земли для сельскохозяйственного производства.

В заключении автор, на основе применения метода гидрологической аналогии на ограниченном участке, показывает относительный рост расхода, вызванный просачиванием Дунайских вод, который произойдет после построения энергетических сооружений по сравнению с нынешним расходом.

Работа является интересным вкладом тем, как применяются в местных условиях аналогии в определении притока фильтрационных вод на ограниченных участках. Однако надо отметить, что вышеуказанный метод применен на небольшом участке, 175 м, причем результаты экстраполируются на широкий фронт в десятки километров.

Такая экстраполяция кажется немного необычной, если учесть неоднородность гидрогеологических условий, которые могут возникнуть на протяжении стольких километров, так как трудно уточнить какой участок может быть принят в качестве характерного для всего сектора.

Следовательно, абсолютно необходимо для оценки действительности произведенных исчислений, чтобы автор показал специальные условия, происходящие в данном случае, которые позволили бы перейти к таким обобщениям. Без такого уточнения, основанного на глубоком и комплексном геологическом исследовании, в котором рассматривались бы также и влияния боковых притоков (террасы, высокое поле) всей зоны, сделанные обобщения теряют свою силу. Считаем, что было бы также интересно сравнить данный метод с результатами применения других методов, в особенности аналитического метода расчета.

Из текста этой интересной работы не совсем ясно, занимается ли автор также наличием сезонного грунтового горизонта, характерного для низменной зоны поймы Дуная, так, как следует из результатов наблюдений, проведенных в сети гидрологических колодцев, существующей на территории Румынской Народной Республики. Этот сезонный грунтовой горизонт должен был бы находиться и в Карабоазской низменности, он образуется осадками, принимая во внимание, что верхний глинистый пласт литофациальной последовательности содержит водопроницаемый слой, что определило в прошлом заболоченность этой низины.

Третья работа "Прогноз подземных вод" В.Чобока относится к результатам, полученным по данным, накопленным в Венгерской Народной Республике за период времени в 10 лет.

В первой части работы были указаны систематические наблюдения, проведенные в 121 опытных сетевых колодцах для Большой Равнины и в 40 сетевых колодцах для Малой Равнины, которые привели к установлению карт с изолиниями максимума и минимума гидростатического уровня. В результате этих наблюдений во времени, определяется, что гидростатический уровень подымается от 1 до 4 метров ниже почвенной поверхности,причем данные находятся в связи также и с осадками.

Точность прогноза является результатом многолетних проверок, причем некоторые отклонения являются следствием отклонений осадков от среднего многолетнего значения (в 1957 году).

При сопоставлении реальных и полученных прогнозом значений гидростатического уровня появляются разности $\pm$23 см для долгосрочных прогнозов и $\pm$21 см для краткосрочных прогнозов, а при наличии также и прогноза осадков - разность меньше $\pm$10 см.

При режиме перекрытого русла отношение между поверхностным водотоком и подземной водой определяется наблюдениями в построенных поперек водотока колодцах,в которых измерения проводятся регулярно (каждые 3 дня).

Соотношение между водотоком и подземной водой дано относительным положением уровня поверхностной воды ($\frac{\Delta h_o}{\Delta t}$) по сравнению с гидростатическим подземным уровнем, данным гидравлическим градиентом (I), выраженным отношением:

$$q = q_o + q_1 = f(I) + f\left(\frac{\Delta h_o}{\Delta t}\right) \qquad (5)$$

Выявляется, что инфильтрация воды в верхних слоях больше, чем в нижних, эти колебания переданы путем поперечных сечений на реке, а также продольным сечением вдоль реки.

Во второй части работы рассматриваются результаты, полученные из кадастра, измерений и наблюдений во времени над кар-

стовыми источниками Венгерской Народной Республики, которые приводят к выявлению тесной связи между осадками и расходом карстовых источников, причем подчеркивается большое влияние осадков месяцев без растительности ("решающие осадки").

Применяя этот способ, был разработан виртуальный прогноз на 27 лет, из которого следует, что для 50% прогнозов ошибка колеблется от 0 до 10%, для других 22% прогнозов - колеблется от 21 до 30% и, наконец, для остальных - превышает 31%.

Представленная работа имеет большую ценность и подчеркивает хорошие результаты, полученные в Венгерской Народной Республике в прогнозе подземных вод при использовании длительных гидрогеологических наблюдений на сетевых постах, следовательно, статическим методом. Автор приносит ценный вклад в исследовании грунтовых вод в пойме Дуная в естественном и зарегулированном режиме, причем полученные результаты могут быть также выражены и блок-диаграммами.

Было бы интересно, чтобы уточнение критерий, по которым был составлен виртуальный прогноз для карстовых источников, дало возможность применить данный способ в подобных ситуациях других стран.

•

• •

Заключение: из анализа этих интересных работ следует особое научное и хозяйственное значение точного установления данных прогноза для подземных вод поймы Дуная.

Работы относятся к использованию статистических и аналогичных методов и способов работы, позволяющих, чтобы от качественного этапа можно было бы перейти к количественному этапу познания этих данных.

Интерес, проявленный к этим проблемам, подчеркивается участием работами по специальности нескольких прибрежных стран.

Подчеркивается большое значение таких работ при использовании современных методов исследований, предоставленных геофи-

зикой и при учете также и сезонных грунтовых вод при рассмотрении комплекса подземных вод.

Реферат, таким образом, представляет ценность анализируемых работ и одновременно вносит некоторые предложения, открывающие широкий путь для дискуссий в такой обширной и актуальной проблеме.

Дискуссии

Л.ГОДА (Венгерская Народная Республика) благодарил за благоприятную оценку, данную в докладе гидрогеологической сети Венгрии, затем объясняет каким образом был составлен "виртуальный" прогноз в карсте, проведенный в Пексе, указав,что в основе исследования находятся данные наблюдений на 1000 колодцах.

Выступающий показывает, что для расчета расходов грунтовых и карстовых вод, кроме данных гидрогеологической сети используются также опытные бассейны и комплексные исследовательские станции.

Б.ЧОЧКОВ (Народная Республика Болгария) отмечает, что в его работе не был учтен приток осадков и инфильтраций с территории, так как их влияние не велико по сравнению с влиянием уровня вод Дуная.

Выступающий показал, что в Болгарии также проводятся лабораторные исследования над подземными водами наряду с исследованиями в природе.

И.ПАНЭ (Румынская Народная Республика) представляет результаты исследований румынского сектора поймы Дуная, где наиболее важным фактором является режим вариации уровня вод Дуная, так как приток со стороны террас и из осадков каждый в 10-20 раз меньше.

В связи с произведенными в Болгарии опытами на модели, румынский специалист считает, что они интересны информативно, так как Карабоазская низменность обладает неоднородными характеристиками; с другой стороны коэффициент R_f был принят слишком большим на основе местных соображений.

Р.КЭДЕРЕ (Румынская Народная Республика) подчеркивает значение геологического и литофациального исследования для определения прогноза подземных вод поймы Дуная, уточняя, что

литологические косослойные структуры могут создать комплексные системы, которые, вероятно, влияют на точность прогноза.

Докладчик показывает, что произведенными в пойме Дуная Научно-исследовательским институтом гидротехники исследованиями доказано наличие возле постоянного грунтового слоя также и сезонного грунтового слоя, который должен быть учтен в последующих исследованиях.

Тема VII

РАЗЛИЧНЫЕ ВОПРОСЫ, СВЯЗАННЫЕ С СОСТАВЛЕНИЕМ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ

Д.Лээреску[x)]

В настоящий общий доклад включены три работы, рассматривающие вопросы, которые не оказалось возможным ввести в предыдущие доклады, так как они касаются вспомогательных вопросов составления гидрологических прогнозов или являются итогом исследовательской деятельности и обслуживания в области гидрологических прогнозов за известный период.

Одна из этих работ - работа И.Уйвари "Основные закономерности образования гидрологического баланса и режима в бассейне Дуная"-описывает особенности гидрометеорологического режима бассейна Дуная.

И.Уйвари утверждает, что в результате влияния главных центров климатического воздействия (атлантическое, средиземноморское и континентально-евроазиатское влияния), в бассейне Дуная замечается общее понижение влажности с запада на восток на всех высотах (над уровнем моря), резкое различие значений элементов водного баланса на различно обращенных склонах, а также и тесная связь величин элементов водного баланса от средней высоты над уровнем моря водосборного бассейна (вертикальная зональность) в различных зонах бассейна.

На основе вышеуказанных зависимостей автор рассматривает территориальное размещение элементов водного баланса и дает карты с изолиниями каждого элемента в отдельности: осадки (рис.2-а/УII-3), сток (рис.2-ъ/УII-3),суммарное испарение (рис.2-с/УII-3). Хотя горные местности занимают лишь 36% площади бассейна Дуная,на их территории выпадает при-

---

x)Научно-исследовательский институт гидротехники, Букурешть.

мерно 50% осадков, образуется 75% стока и испаряется только 33%. Поэтому можно заметить большое значение горных местностей в образовании гидрологического режима реки.

Та же тесная связь со средней высотой водосборного бассейна замечается и в сезонном стоке, выраженном в процентах от годового стока. На рис.3-a-b-c-d/УII-3 даны карты с процентом стока за зимний (XII-II), весенний (III-У), летний (УI-УIII) и осенний (IX-XI) периоды.

Автор подчеркивает также компенсированный характер режима Дуная в его нижнем течении, вследствие последовательного совмещения различных типов режима в бассейне реки.

Другой доклад - В.Ласлоффи - "Графические и числовые связи в гидрологических прогнозах" подводит итог преимуществ и недостатков графических и числовых способов составления гидрологических прогнозов.

Согласно автору, преимущество графических способов заключается в том, что они дают картину, полезную как для составления прогнозных связей, так и для их применения. При составлении прогнозных связей гидролог должен отобрать, на основе глубокого значения взаимозависимости явлений несколько значительных переменных из множества влияющих факторов; эта операция селекции (отбора) может быть разрешена машиной только в случае, когда связи между переменными линейны или, в случае криволинейных связей, последние заранее известны.

Явное преимущество машины наблюдается при большом количестве независимых переменных, случай, при котором, вследствие ее большой производительности она заменяет большое количество человеческого труда.

Машина имеет преимущество и в случае автоматизации записи и передачи уровней, когда результаты передаются на перфорированные ленты.

В отличие от графического метода, который можно проверить одним взглядом, механический метод требует создания специальных методов контроля.

В заключение автор приходит к выводу, что наиболее правильно пользоваться одновременно и гармонично обоими методами.

Наконец, третий доклад - К.Боди, излагает достижения и опыт в области краткосрочных прогнозов уровней венгерских специалистов за последние десять лет.

Автор излагает результаты применения в области обслуживания народного хозяйства связей, установленных ВИТУКИ для прогноза пиков паводков и текущего прогноза уровней на Дунае и других больших реках Венгрии.

Прогноз пиков паводков составляется на основе осадков или на основе соответствующих уровней. В первом случае,например для Будапешта, получаются средние погрешности уровней в 40,5 см и средние погрешности во времени их появления в 24 часа при заблаговременности 5-6 дней, а во втором случае, средние погрешности I4,3 см при заблаговременности 2-3 дня. Такие же хорошие результаты были получены и для ряда других постов на Дунае и на больших реках Венгрии.

Текущий прогноз ежедневных значений основывается на колебании с одного дня на другой день уровней на дунайском секторе Братислава - Мохачь (способ, сообщенный К.Сестай на первой конференции придунайских стран в Будапеште в I96I году); средние погрешности были в I0-I2 см при заблаговременностях в 4 дня, они уменьшаются при более коротких периодах заблаговременности.

В заключение, автор рекомендует ряд организационно-технических мер для улучшения обслуживания народного хозяйства гидрологическими прогнозами.

При рассматривании этих настолько различных рефератов в отношении их объекта, можно сказать, что они полезны для участников конференции.

Такие работы, как доклад И.Уйвари, рассматривающие особенности водного баланса и гидрологического режима бассейна Дуная, дают гидрологам-исследователям, а также тем, кто непосредственно обслуживает гидрологические прогнозы,полезные элементы, касающиеся естественной среды бассейна Дуная.

Желательно продолжить в будущем исследования, касающиеся запасов талых вод в бассейне Дуная, динамики их увеличения и истощения, абсолютно необходимые элементы прогноза весенних паводков; было бы также интересно изучить засушливые периоды в бассейне Дуная.

Оценка применимости графических и численных методов при составлении гидрологических прогнозов, сделанная Л.Ласлоффи, вполне правильна.

Нужно сказать, что хотя машина не сможет никогда вполне заменить долгий человеческий опыт, всё же благодаря своей высокой производительности и многочисленным возможностям ее улучшения, со временем можно усовершенствовать процесс ее наиболее полного использования.

О докладе К.Боди можем сказать, что такие синтетические доклады должны были бы представляться на каждой конференции странами-участницами, утвердившими применение известных методов; такие доклады способствуют полезному обмену опытом.

Считаем полезным в будущем, чтобы участвующие на конференциях страны среди других различных вопросов представляли бы и доклады об автоматизации измерений и системе централизации данных в целях прогноза, а также и практические примеры использования электронных вычислительных машин для установления прогнозных связей.

Дискуссии

В.ЛАСЛОФФИ (Венгерская Народная Республика) подчеркивает большое значение определений, с тем, чтобы специалисты всех стран использовали те же термины с тем же значением. Выступающий согласен с определением краткосрочных прогнозов, данным В.Крессером.

К.ЧЕХАК (Австрия) подчеркивает, что представленные на конференции работы недостаточно полно рассматривали вопрос погрешностей.

В связи с передачей гидрологических данных по метеорологическим каналам, выступающий считает, что не существует такая возможность из-за того, что эти каналы перегружены метеорологическими данными.

В.КРЕССЕР (Австрия). После краткого изложения своих исследований в области долгосрочных прогнозов, приходит к заключению, что невозможно получить надежные прогнозы на основе годовых значений, а на основе месячных значений.

К.ДЬЯКОНУ (Румынская Народная Республика) показывает, что методы гидрологического прогноза отражают стадию исследования вод, знания процесса образования стока. В настоящее время эти процессы недостаточно исследованы, а поэтому оправдываются методы прогноза, использующие глобальные коэффициенты.

А.БЕККЕР (Германская Демократическая Республика) уточняет определение краткосрочного прогноза, данное проф. Крессером, отмечая, что такой прогноз относится к явлению, причины которого вступили в действие в определенной части бассейна. Он также показывает, что определение понятий, как, например, коэффициента стока, необходимо делать конкретно, в связи с соответственным явлением.

И.УЙВАРИ (Румынская Народная Республика) выявил большое значение территориального обобщения в гидрологии и подчеркивает необходимость непрерывно усовершенствовать методы территориального обобщения.

C U P R I N S U L

1 P r e f a ţ a 3

2 Desfăşurarea conferinţei 5

3 Lista participanţilor 8

4 Referatele generale şi discuţiile purtate pe marginea lor 12

4.1. Metode generale de prognoză curentă asupra scurgerii - D.LĂZĂRESCU
- Discuţii 15

4.2. Prognoza apelor mari - Gh.PLATAGEA
- Discuţii 23

4.3. Metode de prognozare a perioadei de ape mici - J.BOISNARD
- Discuţii 35

4.4. Hidraulica scurgerii şi procese de albie-D.CIOC
- Discuţii 47

4.5. Prognoza în perioada cu fenomene de iarnă - V.STĂNESCU
- Discuţii 61

4.6. Prognoza modificării regimului apelor subterane - R.CĂDERE
- Discuţii 79

4.7. Diverse probleme legate de elaborarea prognozelor hidrologice - D.LĂZĂRESCU
- Discuţii 93

S O M M A I R E

1 P r é f a c e 99

2 Les travaux de la conférence 101

3 La liste des participants 105

4 Les rapports généraux et les discussions suscitées à ce sujet 109

4.1. Méthodes générales de prévision courante de l'écoulement - D.LĂZĂRESCU
- Discussions 113

4.2. La prévision des ondes de crue - Gh.PLATAGEA
- Discussions 123

4.3. Méthodes de prévision des étiages - J.BOISNARD
- Discussions 137

4.4. L'hydraulique de l'écoulement et l'évolution du lit - D.CIOC
- Discussions 151

4.5. Prévisions dans la période des glaces - V.STĂNESCU
- Discussions 165

4.6. Prévision de la modification du régime des eaux souterraines - R.CĂDERE
- Discussions 187

4.7. Divers problèmes liés à l'établissement des prévisions hydrologiques - D.LĂZĂRESCU
- Discussions 201

INHALTSVERZEICHNIS

1 V o r w o r t 209

2 Verlauf der Konferenz 211

3 Teilnehmerliste 215

4 Die allgemeinen Referate und die anhand dieser geführten Diskussionen 218

4.1. Allgemeine Methoden der laufenden Vorhersage bezüglich des Abflusses - D.LĂZĂRESCU
- Diskussionen 221

4.2. Die Vorhersage der Hochwässer - Gh.PLATAGEA
- Diskussionen 231

4.3. Vorhersagemethoden des Abflusses der Niederwasserperiode - J.BOISNARD
- Diskussionen 243

4.4. Die Hydraulik des Abflusses und Flussbettvorgänge - D.CIOC
- Diskussionen 259

4.5. Vorhersage in der Periode der Eisverhältnisse - V.STĂNESCU
- Diskussionen 273

4.6. Die Vorhersage der Veränderungen des Regimes der Grundgewässer - R.CĂDERE
- Diskussionen 291

4.7. Verschiedene Aufgaben im Zusammenhang mit der Ausarbeitung der hydrologischen Vorhersagen - D.LĂZĂRESCU
- Diskussionen 305

С О Д Е Р Ж А Н И Е

I	Предисловие	313
2	Ход работ конференции	315
3	Список участников	318
4	Общие доклады и дискуссии в связи с ними. . .	323
4.I.	Общие методы текущего прогноза стока – Д.ЛЭЗЭРЕСКУ – Дискуссии	327
4.2.	Прогноз паводков – Г.ПЛАТАДЖА – Дискуссии	335
4.3.	Методы прогноза меженного периода – Ж.БУАНАР – Дискуссии	347
4.4.	Гидравлика стока и русловые процессы – Д.ЧОК – Дискуссии	359
4.5.	Прогноз в период зимних явлений – В.СТЭНЕСКУ – Дискуссии	373
4.6.	Прогноз изменения режима подземных вод – Р.КЭДЕРЕ – Дискуссии	391
4.7.	Различные вопросы, связанные с составлением гидрологических прогнозов – Д.ЛЭЗЭРЕСКУ – Дискуссии	405

Această lucrare a apărut sub îngrijirea colectivului editorial al Serviciului documentare ştiinţifică din I.S.C.H. şi a fost executată la rotaprint de către Secţia multiplicare I.S.C.H. pe hîrtie offset A 61 x 86/ 42, format A5, A = 8560/1966. Indice de clasificare zecimală pentru bibliotecile mari şi mici 551.48