

**KONTINUIERLICHES VORHERSAGESYSTEM DER 10-TÄTIGEN
ABFLUßMENGEN UND WASSERSTÄNDE AN DEN DONAU –
- FLUßSTRECKEN MIT ZEITDAUERN IN 10, 20 UND 30 TAGEN
MIT ANWENDUNG DES ZWISCHENNETZES**

Mykhaylo Sosyedko, Anatoly Stscherbak

Ukrainisches Hydrometeorologisches Forschungsinstitut
03028 Kyiv (Kiew), Pr.Nauky 37. E-mail:osad@uhmi.kiev.ua

Zusammenfassung: Das Vorhersagesystem der 10-tätigen Abflußmengen und Wasserstände erlaubt ihre mittlere, maximale und minimale Werte in 9 Pegelmeßstellen an der Donau von Hofkirchen an bis zu Izmail mit den Zeitdauern in 10, 20 und 30 (für untere Flußstrecken) Tagen vorherzusagen. Diese Herstellung der Vorhersageerzeugung erlaubt aufeinanderfolgende Berichtigung der Vorhersagewerte mit Zeitüberdeckung durchzuführen. Die Vorhersageerstellung gründet sich unter Berücksichtigung der Wasserzuflüsse zu bestimmtem Meßstellen von oberen Flußstrecken.

Schlüsselwörter: Vorhersagesystem, Abflußmenge, Wasserstand, Meßstelle, Zeitdauer, Flußstrecke.

**CONTINUOUS FORECASTING SYSTEM OF TEN DAYS DISCHARGES AND WATER
LEVELS ON THE DANUBE RIVER REACHES WITH FORECAST TERM OF 10, 20 AND
30 DAYS, USING NEUTRAL NETWORKS**

Abstract: The forecasting system of 10-day discharges and water levels allow of forecasting of their mean, maximum and minimum values in 9 gauging sections on the Danube from Hofkirchen to Izmail with forecast term of 10, 20 and 30 (for lower river reaches) days. Such structure of forecasting products allow to improve continuous forecast values. The forecasting system is founded on taking into account of water inflow volume from upper river reaches to fixed gauging section.

Key words: forecasting system, discharge, water level, gauging section, forecast term, river reach.

1. Einleitung

Es gibt nicht wenig Werke über die Wasserstandvorhersagen an der Donau. Solche Veröffentlichungen wurden in den Sammelbänden der Konferenzen von den Don Aulander angeführt (z.B. Petrovic und Harvic, 1984; Corbus and Serban, 1996). Genügend ausführlich ist diese Frage im Aufsatz (Muchin, 1982) betrachtet. Aber vorgeschlagene Verfahren kann man hauptsächlich in einzelnen Donau-Flußstrecken anwenden.

Für die Informationsversorgung der ukrainischen Schiffahrtsgesellschaft ist das Vorhersagesystem DONAU-2 erarbeitet. Dieses System erlaubt die Wasserstände an den Flußstrecken von Hofkirchen bis zu Izmail vorherzusagen. Dabei wurde das System so gebildet, um nötige Eingangsangaben für seine Funktionierung sicherzustellen.

2. Methodische Grundlagen

Die Abflußbildungsbestandteile in irgendwelcher Meßstelle von der Donau sind folgende:

- Abflüsse durch Erschöpfungsintensität der Wasservorräte, die im Flußnetz am Vorhersageerstellungsdatum sich befinden;
- ein Wasserzufluß infolge der Niederschläge oder Schneeschmelzen vor der Vorhersageerstellung und auch während der Vorhersagedauerzeit.

Jedoch werde Berücksichtigung der Niederschlag - oder Schneeschmelzwerte mit Zeitdauern in 10-30 Tagen unzumutbar sich gezeigt, weil diese Komponenten schon als Wasservorräte im Flußnetz ermittelt sind. Und auch die Verwendung der langfristigen Wettervorhersagen ist unnötig wegen ihrer niedrigen Qualität und räumlichen

Unbestimmtheit. Darum methodische Grundlage, die im Vorhersagesystem geschaffen ist, richtet sich nach Anwendung von Nachrichten über Abflußverlauf an der Donau und ihrer Hauptzubringer (Abb.1).

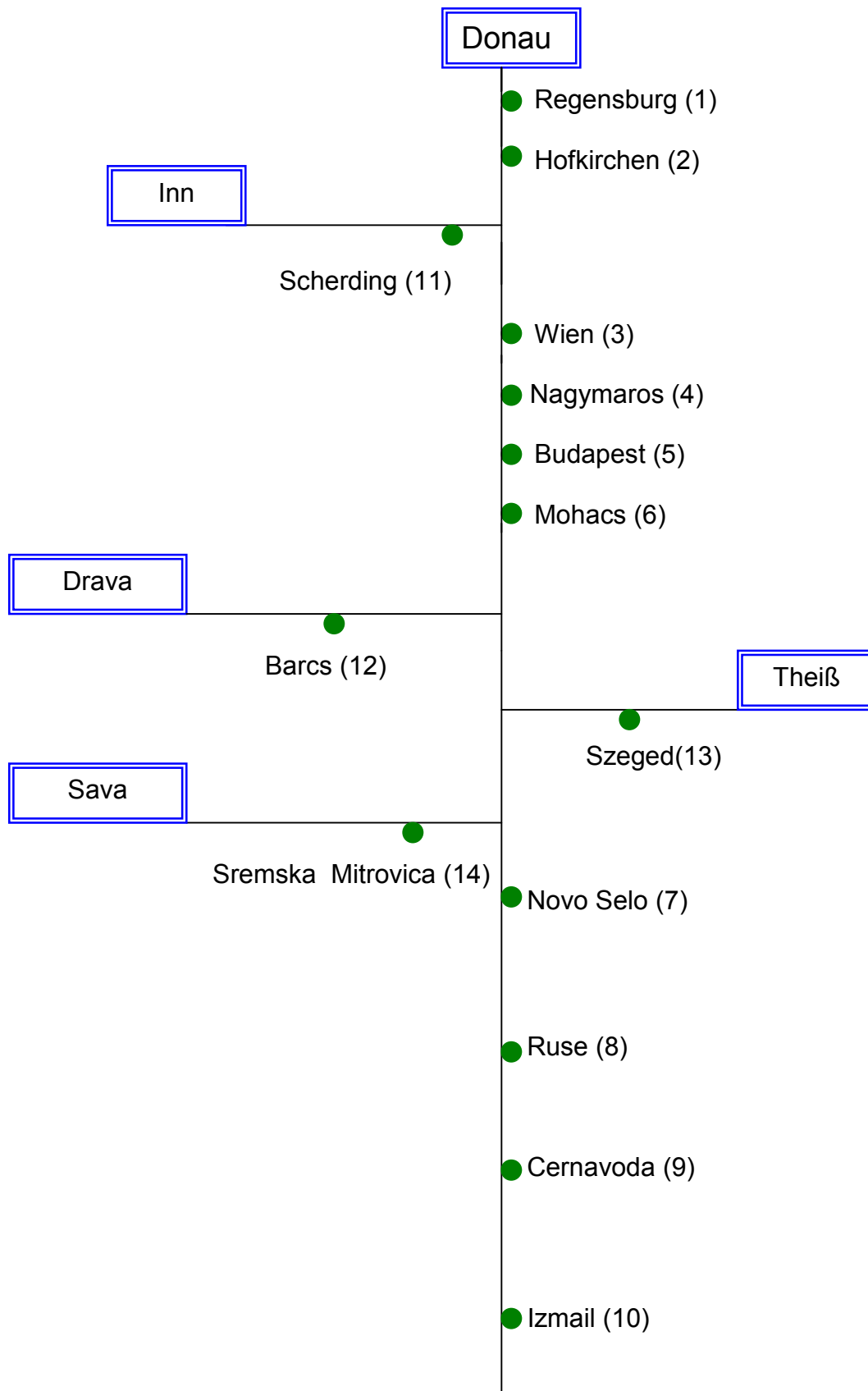


Abbildung 1. Gesamtschema des Vorhersagesystems "DONAU-2"

Mittels zahlreicher Modellösungen wurde eine Bestätigung erreicht, um räumliche und zeitliche Veränderlichkeit des Zuflusses an das Flußnetz zu berücksichtigen. Dazu wurden jahreszeitliche Vorhersageabhängigkeitsgebiete ausgebaut (bzw. für Frühling, Sommer, Herbst-Winter).

Solcherweise gründet sich die Vorhersageerstellung der 10-tätigen Abflußmengen in bestimmten Pegelmeßstellen unter Berücksichtigung der Wasserzuflüsse von oberen Flußstrecken. Die Wasservorräte in jeder Strecke werden durch Abflußmengen in einigen Obermeßstellen festgestellt (darunter Donau-Nebenflüsse Inn, Drava, Theiß, Sava). Anzahl dieser Flußstrecken, die zur Abflußberechnung in bestimmter Meßstelle einbezogen sind, hängen von der Vorhersagedauer und Zuflußzeit bis dieser Vorhersagemeßstelle ab.

Da Wasserwellen längs des Flusses sich transformieren, werden Abflußmenge in irgendwelchen unteren Flußstrecken durch ihre verschiedene Teile gebildet. Darum wurden Berechnungen bei der Bewertung der Vorhersageparameter mit mittleren Abflußmengen in oberliegenden Meßstellen durchgeführt. Dabei wurden Rechnungen für solche Zustände erstellt:

$$Q_i(t, t - \Delta t), \Delta t = 0 \div 10.$$

Letzendlich haben wir beste Ergebnisse bei den Mittelwerte für Zeitabschnitt von $t-5$ bis t erhalten.

Solcherweise löst gestellte Aufgabe betrefflich der mittleren Abflußmengen mit Hilfe von folgenden Abhängigkeitskomplexen:

$$Q(t_1, t_2) = \sum_{i=1}^n A_i Q_i(t - 5, t), \quad (1)$$

$$t_1 = 1, 11, 21; \quad t_2 = 10, 20, 30,$$

wo Q – mittlere 10-tägige Abflußmenge in einer Vorhersagemeßstelle;

A_i – Abhängigkeitsparameter, die bestimmen relative Gewichtszahlen von Abflußmengen der oberliegende Meßstellen in Abflußmenge der Vorhersagemeßstelle,

Q_i – mittlere 5-tägige Abflüsse in oberliegenden Meßstellen für den Zeitraum von $t-5$ bis t Tagen;

n – Anzahl der Meßstellen.

Es ist natürlich, daß Anzahl der ober liegenden Meßstellen, die Einfluß ausübt, hängt nicht nur von Wasserverlaufentfernung, sondern auch von Vorhersagedauer (Tab.1).

Maximale und minimale Abflüsse für 10 Tage sind in allen 9 Vorhersagemeßstellen vorgesagt und in der Wahrscheinlichkeitsform erstellt. Es bedeutet, daß seine Werte hängen von vorhergesagten Mittelabflußmengen $Q(t_1, t_2)$ in solcher Weise ab:

$$\begin{aligned} Q_{max} &= B_1 Q(t_1, t_2) + B_2, \\ Q_{min} &= C_1 Q(t_1, t_2) + C_2, \end{aligned} \quad (2)$$

wo B_1, B_2, C_1, C_2 sind Parameter.

Operative hydrologische Meldungen laufen aus den Meßstellen als Wasserstände. Aber alle Berechnungen werden mit Abflußwerten erfüllt. Und endgültige Angaben soll man auch in Wasserstandwerten vorstellen. Darum werden nötige Umrechnungen von Wasserständen H zu Abflußmengen Q und umgekehrt durch Koordinaten $Q=f(H)$ sich verwirklichen.

3. Schlußfolgerungen

Die Vorhersagesystem DONAU-2 erlaubt mittlere 10-tägige, maximale und minimale Abflußmenge und Wasserstände an der Donau von Hofkirchen bis zu Izmail vorherzusagen. Dabei ist es möglich, Vorhersagen für zwei obere Meßstellen (Hofkirchen und Wien) nur mit Zeitdauer in 10 Tagen zu erstellen. Mit Zeitdauer in 30 Tagen kann man Vorhersagen für vier unter Meßstelle errechnen. D.h. in einem jeden Termin t werden Abflußwerte auf ersten, zweiten und dritten 10-tätigen Zeitraum vorgestellt: $(t+1, t+10)$, $(t+11, t+20)$, $(t+21, t+30)$.

Solcherweise ist die Anpassung vorhersagener Angaben an die Kalenderdekaden und Monate in diesem System nicht vorhanden (Tab.2).

Tabelle 1. Vorhersagereihenfolge der 10-tägigen Abfüsse/Wasserstände und Einbeziehung von Eingangsmeßstellenangaben

Vorhersage- meßstelle. Entfernung von der Mündung, km	Vorher- sage- zeitda- uer, Tag	Eingangsmeßstelle (s.Abb.1)													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2. Hofkirchen 2257	10	X	X												
	20														
	30														
3. Wien 1934	10	X	X	X								X			
	20														
	30														
4. Nagymaros 1695	10	X	X		X							X			
	20	X	X	X	X										
	30														
5. Budapest 1650	10	X	X	X	X	X						X			
	20	X	X	X	X	X						X			
	30														
6. Mohacs 1447	10		X	X	X	X	X					X			
	20		X	X	X	X	X					X			
	30														
7. Novo Selo 834	10				X	X	X	X					X	X	X
	20		X	X	X	X	X	X					X	X	X
	30	X	X	X		X	X	X					X	X	X
8. Ruse 496	10					X		X	X				X	X	X
	20			X	X	X	X	X	X				X	X	X
	30	X	X	X			X		X				X	X	X
9. Cernavoda 300	10					X				X			X	X	X
	20		X	X		X		X	X				X	X	X
	30	X	X	X		X		X	X				X	X	X
10. Izmail 94	10						X	X	X	X			X	X	X
	20		X	X			X	X	X	X			X	X	X
	30	X	X	X			X	X	X	X	X		X	X	X

Bemerkung. Eingangsmeßstellen sind durch Merkzeichen "X" bezeichnet

Diese Vorstellung der Vorhersageerzeugung erlaubt aufeinanderfolgende Berichtigung der Vorhersagewerte mit Zeitüberdeckung durchzuführen, ohne ihre Zeitauern zu vermindern. Man kann täglich vorhersagen, wenn hydrometeorologische Verhältnisse im Einzugsgebiet sich ändern werden.

Die Software für die Realisierung dieses Vorhersagesystems funktioniert in Zusammenwirkung mit spezieller operativer Datenbank.

4. Literaturverzeichnis

- Muchin W. (1982): Die Vorhersagen der bezeichnenden Wasserstände und Abflußmengen von der Donau für die Zeitdauer in 10-20 Tagen. Trudy Hidrometzentra UdSSR, 240, Moskau, UdSSR.
- Petkovic T., Havric M. (1984): Kurzfristige Wasservorhersage auf Grund des Wasservorrates im Flußgebiet. Sammelband d.XII. Konferenz d.Donauländer, Bratislava, Slowakei.
- Corbus C., Serban P. (1996): The analysis of the hydrologic forecast using the DANUBIUS model. XVIII th Conference of the Danube Countries, volume 19/1, Graz, Austria.

Tabelle 2. Ein Beispiel der Vorhersage

*System DONAU-2 funktioniert
Die Vorhersagen von mittleren und extremalen Abflußmengen/Wasserständen
Donau – Flußstrecken*

Eingangsangaben von 05.07.1975

*Die Wasserstände in den Donau – Meßstellen
am Eingangsdatum*

Meßstellen- Nummer	Fluß - Meßstelle	Wasser- stand, cm
1	Donau – Regensburg	353
2	Donau – Hofkirchen	459
3	Donau – Wien	738
4	Donau – Nagymaros	490
5	Donau – Budapest	636
6	Donau – Mohacs	696
7	Donau – Novo Selo	632
8	Donau – Ruse	680
9	Donau – Cernavoda	495
10	Donau – Izmail	324
11	Inn – Scherding	503
12	Drava – Barcs	578
13	Theiß – Szeged	448
14	Sava – Sremska Mitrovica	450

Vorhersage
von Abflüssen/Wasserständen in den Donau – Meßstellen
für Zeitraum von 10-30 Tagen
(Abflüsse – m³/s, Wasserstände – cm)

Für 1-10 Tage von Eingangsdatum

Meß- stellen- nummer	Meßstelle	Abfluß			Wasserstand		
		mittler	max	Min	mittler	max	min
2	Hofkirchen	1007- 1231	1226- 1499	837- 1023	399-439	440-480	362-402
3	Wien	3787- 4629	4436- 5422	3129- 3824	490-530	562-602	422-462
4	Nagymaros	4804- 5871	5329- 6513	4090- 4999	439-479	485-525	374-414
5	Budapest	4845- 5922	5395- 6594	4103- 5015	598-638	655-695	515-555
6	Mohacs	5355- 6545	5820- 7114	4651- 5685	828-868	869-909	756-796
7	Novo Selo	8746-10690	9345-11422	7686- 9395	641-681	679-719	576-616
8	Ruse	9266-11325	9888-12086	8514-10406	633-673	663-703	572-612
9	Cernavoda	4096- 5006	4313- 5271	3839- 4692	467-507	487-527	437-477
10	Izmail	5674- 6935	5902- 7213	5488- 6707	277-317	291-331	268-308

Für 11-20 Tage von Eingangsdatum

Meß- stellen- nummer	Meßstelle	Abfluß			Wasserstand		
		mittler	max	Min	mittler	max	min
2	Hofkirchen	-	-	-	-	-	-
3	Wien	-	-	-	-	-	-
4	Nagymaros	3129- 3824	3537- 4323	2667- 3259	277-317	315-355	221-261
5	Budapest	3206- 3918	3624- 4430	2726- 3332	416-456	462-502	362-402
6	Mohacs	3602- 4402	3944- 4821	3160- 3863	624-664	669-709	562-602
7	Novo Selo	10162-12420	10832-13239	8989-10986	723-763	747-787	659-699
8	Ruse	10390-12699	11058-13515	9583-11712	689-729	724-764	648-688
9	Cernavoda	4976- 6082	5211- 6369	4710- 5757	548-588	571-611	522-562
10	Izmail	7011- 8570	7252- 8864	6838- 8358	359-399	377-417	349-389

Für 21-30 Tage von Eingangsdatum

Meß- stellen- nummer	Meßstelle	Abfluß			Wasserstand		
		mittler	max	Min	mittler	max	min
2	Hofkirchen	-	-	-	-	-	-
3	Wien	-	-	-	-	-	-
4	Nagymaros	-	-	-	-	-	-
5	Budapest	-	-	-	-	-	-
6	Mohacs	-	-	-	-	-	-
7	Novo Selo	8075- 9870	8641-10562	7069- 8640	603-643	635-675	530-570
8	Ruse	9113-11138	9729-11891	8369-10229	625-665	656-696	562-602
9	Cernavoda	4281- 5233	4502- 5502	4022- 4916	484-524	504-544	459-499
10	Izmail	6127- 7488	6359- 7772	5945- 7266	306-346	320-360	294-334

Achtung! Im Falle, daß Abflußverhältnisse an den oberliegenden Flußstrecken verändert werden, kann man Vorhersage erneut für die Berichtigung erstellen.