

DIE KURZFRISTIGE VORHERSAGEN DES ABFLUSSVERLAUFES WÄHREND DES FRÜHLINGSHOCHWASSERS IM FLUSSBECKEN VOM BUG AUF GRUND DER MATHEMATISCHEN MODELLIERUNG (IN DER GRENZEN DER UKRAINE)

Tetjana Maslowa, Mykhaylo Sosyedko

*Ukrainisches Hydrometeorologisches Forschungsinstitut, Kyiv, Ukraine,
e-mail: tetjana_maslowa@ukr.net; sosedko_m@ukr.net*

Zusammenfassung: Im Bericht wird die Systemstruktur der kurzfristigen Vorhersagen des Abflußverlaufs in acht hydrologischen Meßstellen vom Bug-Flußbecken dargestellt. Dieses System ist auf mathematischen Modellierung der Wasserbildungsprozesse während des Frühlinghochwasser gegründet. Mit seiner Hilfe verwirklicht sich die Abfluß- und Wasserstandvorhersagen für drei Wettersituationen. Die Vorhersagezeit macht 24-48 Stunden und wahrscheinliche Vorstellung des Abflußverlaufes noch auf nachfolgende 3 Tagen aus.

Schlüsselworte: Modellierung des Abflußverlaufes, Frühlinghochwasser, Modellparameter, kurzfristige Vorhersage.

SHORT-TERM FORECASTING OF RUNOFF VARIATION DURING A SPRING FLOOD IN THE BUG RIVER BASIN ON THE BASIS OF MATHEMATICAL MODELLING (IN THE BORDER OF THE UKRAINE)

Abstract: The structure of short-term forecasting system of runoff variation in the eight hydrological station of Bug river basin are represented in the report. This system is based on mathematical modelling of water formation processes during the spring flood. With this help realize discharge and level forecasting for three weather situationen. Earliness of forecast is 24-48 hours and probability presentation some more for 3 following days.

Keywords: modelling of runoff variation, spring flood, model parameter, short-term forecasting.

Als Ergebnis der wissenschaftlichen Forschung der Abflußbildungsverhältnisse war die Methodik der kurzfristigen Vorhersagen der Abfluß- und Wasserstandverlaufs im Bug Flußbecken im Laufe von Frühlingshochwässer bearbeitet. Es ist die Software für das Funktionieren der entwickelten Methodik im automatisierten Regime geschaffen.

Die methodischen Grundlagen stützen sich auf der mathematischen Modellierung der Abflußformierungprozesse auf dem Flußbecken, sowie seines Verlaufs in der Pegelmeßstelle, wo wird der Abflußverlauf vorhergesagt (Popov 1963, Handbuch 1989).

Auf solche Weise funktioniert, das mathematische Wasserbilanz- Modell SNIH , in dem folgende Prozesse berücksichtigt werden: Schneeschmelze und Wasserabgabe, Veränderung des Schneedeckenzustandes und der unterlegenden Oberfläche des Flußgebietes, Wasserbildung und die Umverteilung der Schmelz- und Regengewässer auf die Oberfläche des Gebietes und in seiner Bodenschicht, sowie den anpassenden Einfluß des Einzugsgebietes und das Flußnetz auf die Umstellung der Wassermassen (Sosedko et al., 1986).

Bei der Erarbeitung der Methodik sind die Daten des standardisierten Beobachtungsnetz verwendet. Für die Erfassung der Raumveränderlichkeit der landschaftlichen und hydrometeorologischen Bedingungen im Laufe von dem Frühlingshochwasser wird das Gebiet des Flußbeckens wie das System mit den verteilten Parametern als die parallelen Systemgruppen vorgestellt. Auf solche Weise handelt für jede individuelle Fläche das Modell SNIH abgesondert. Weiter wird der Abflußverlauf in vorhergesagten Meßstellen als gewogener mittlerer von allen individuellen Flächen für das Flußbecken vorhergesagt (Koren, 1991; Sosyedko, 1987).

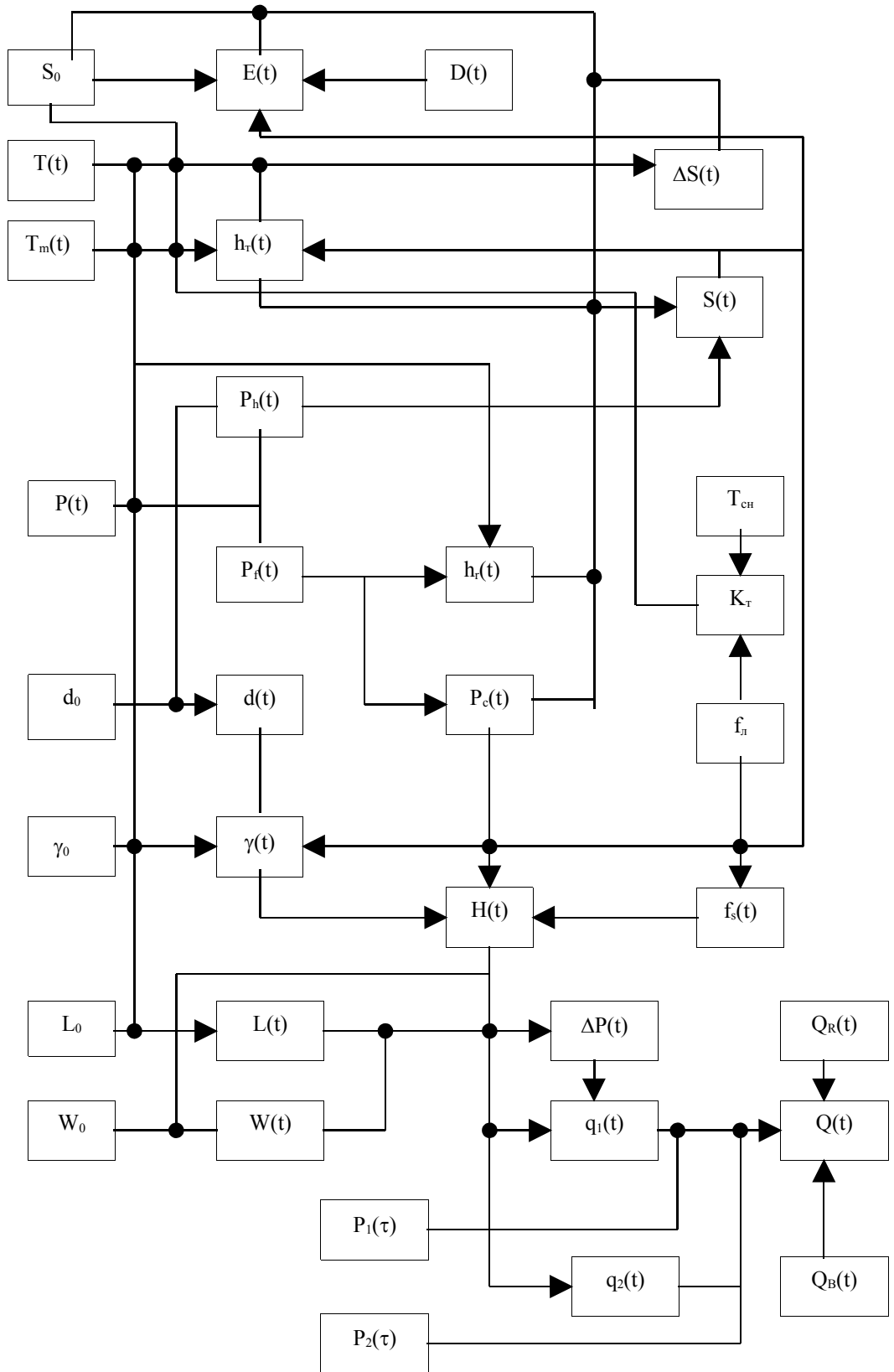
Das Modell SNIH, wie auch die Reihe aller mathematischen Modelle der Hochwasserformierung, schließt die Gesamtheit mathematischer und logischer Beziehungen, die beschreibt die Entwicklung des Abflusses unter der Einwirkung seiner bildenden Faktoren ein. Jeder der aufgezählten Prozesse ist sehr zusammengefasst und fordert die Erarbeitung der mathematischen Modelle der abgesonderten Prozesse, die in Raten ganzes Prozesses der Formierung des Hochwassers sind (Abb1).

Die Teilsystem der Schneeschmelze schließt die Beschreibung der Veränderung des Schneedeckenzustandes unter der Wirkung der Natur-Faktoren, den Abschmelzablauf des Schnees, die Verzögerung von Schmelz- und Regenwasser im Schnee, das Aufkommen des Wassers auf die Gobietsoberfläche ein .

Das Teilsystem der Wasserbildung und die Regelung des Abflusses. Schmelz- und Regenwasser, daß auf die Oberfläche des Einzugsgebietes gehandelt hat, wird nach der Verdunstung ausgegeben, teilweise fließt in den Bodenschicht, der andere fließt als Oberflächenabfluß ab. Das Wasser, das in den Boden handelte, wird in niederliegende Horizonte und auf Unterflächenabfluß umverteilt. In das Modell wird die Verdunstung vom Schnee und Boden je nach dem Defizit der Luftfeuchtigkeit, Waldigkeit, sowie Bedeckungsstufe vom Schnee, und des Zustandes der Oberfläche des Einzugsgebietes, das vom Schnee befreite, berücksichtigt.

Die Intensität der Infiltration hängt vom Aufkommen des Wassers auf die Oberfläche des Einzugsgebietes und von dem Zustand dieser Oberfläche ab. Die Bestimmung der Waldigkeit verwirklicht sich mittels der ununterbrochnen Berechnung der Veränderung der Tiefe der Bodenverfroston und Abtauen und je nach der Lufttemperatur und der Höhe der Schneedecke.

In den Beziehungen für die Berechnung der Grösse der Oberflächenabflußwasser ist die Verzögerung des Wassers auf die Oberfläche mit Hilfe der bestimmten Parameter des Einzugsgebietes berücksichtigt.



W_0 – Anfangsbodenfeuchtigkeit (im Herbst)	ΔP – Retentionshöhe
P_h, P_f – Niederschläge (harte, flüssige)	H – Frühlingsabflußhöhe
T, T_m – Lufttemperatur (Tagesmittel, Maximum)	$Q(t)$ – Abflußgang (-verlauf)
$P_1(\tau), P_2(\tau)$ – Einflußfunktion (Impulsantwort-)	D – Feuchtigkeitsdefizit
f_w – Gebietswaldigkeit	ΔS – Ansammlung des Wassergehalts in der Schneedecke
h_T – Wintertauabfluß	h_r – Schneeschmelzhöhe durch Regen
E – Gesamtverdunstung	K_T – Schmelzfaktor
S – Wassergehalt der Schneedecke	f_s – Bedeckungsrate des Einzugsgebiets mit Schnee
W – Bodenfeuchtigkeit im Frühling	Q_B – Grundabflußmenge
L – Bodenverfrostartiefe	Q_R – Erschöpfungsabflußmenge

Abbildung 1. Die Struktur des Frühlingsabfluss-Modells SNIH-3

Die Abflüsse aus dem Einzugsgebiete werden in das Modell wie die Summe vier Bestandteile gereicht: Oberflächen- und Unterflächenabfluß, Basisabfluß, sowie Erschöpfungsabflußmenge ihrer Vorräte, die in das Flußnetz bis zum Anfang der Rechnung, d.h. während der Zeit $t=0$, angesammelt wurden. Folglich,

$$Q(t) = \sum_{i=1}^N f_i / F [Q1_i(t) + Q2_i(t)] + Q3(t) + QR(t), \quad (1)$$

wo:

N - die Menge der Teilflächen (die parallelen Teilsysteme);

F - die gemeine Fläche des Einzugsgebietes;

f_i - die Größe der Teilfläche (i).

Für das Erhalten der Oberflächen- und Unterflächenabflüsse werden die entsprechenden Einflußfunktionen verwendet, mit Hilfe von denen die Prozesse der Umstellung der Wassermassen ausgerechnet werden:

$$\begin{aligned} Q1_i(t) &= \int_0^{\tau=t} q1_i(\tau) p1_i(t-\tau) d\tau, \\ Q2_i(t) &= \int_0^{\tau=t} q2_i(\tau) p2_i(t-\tau) d\tau. \end{aligned} \quad (2)$$

Hier $p1_i, p2_i$ - Einflußfunktionen der Oberflächen- und Unterflächenabflüsse, die vom Gamma - Einteilung approximiert sind.

Im Bestand der mathematische Ausdrücke des Modells SNIH werden die Parameter, die den zusammengefassten oder regionale Charakter verwendet haben. Zusammengefasst treten als die Konstanten ein, übrig werden mit Hilfe von hydrometeorologischen Beobachtungen bestimmt, sowie werden mittels der Optimierung unter Berücksichtigung der Prozesse, die auf dem Einzugsgebiet während der Abflußformierung geschehen, präzisiert.

Im Laufe der Optimierung werden die Hochwässer mit verschiedenen Raten von Oberflächen- und Unterflächenabflüsse aufstellen, die Grenzen der Ungewissheit in der Einschätzung der Modellparameter wesentlich zu verengen, die Größe des Fehlers herabzusetzen. Nach der Bestimmung der Modellparameter zum konkreten Punkt kann sie bei den Vorhersagen der Abflußverläufe verwendet sein. Es sind die Daten über die Temperatur und das Defizit der Luftfeuchtigkeit, die Menge der Niederschläge bis zu der Frist der Zusammenstellung der Vorhersage notwendig. Für eine Weile der Vorhersagen es

sind die Daten über die Vorräte des Wassers im Schnee, der Feuchtigkeit und der Bodenverfrostung notwendig. Es werden die Beobachtungsdaten des hydrometeorologischen Standardnetzes verwendet.

Im Bug- Flußbecken ermöglicht die bearbeitete Methodik, den Abflußverlauf in acht hydrologische Meßstellen vorherzusagen, in die es die Abflußbeobachtungen gibt. Die Vorhersagezeit stellt zwei Tage auf, sowie weiter wird auf 3 Tage der wahrscheinliche Abflußverlauf für drei Wettersituationen (Abb.2).

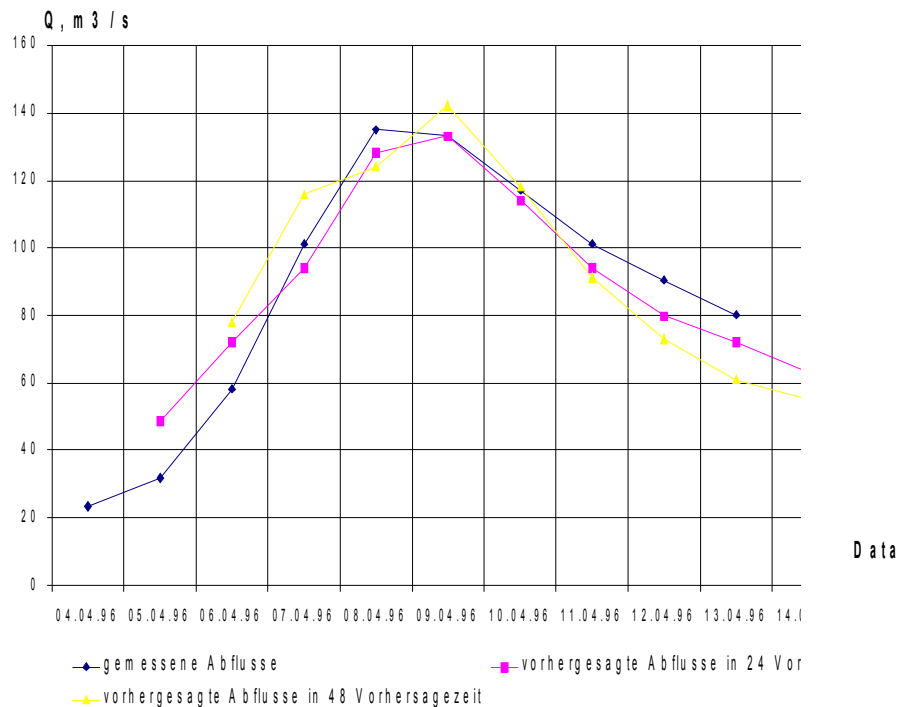


Abbildung 2. Die Abflussverläufe bei Kamenka im April 1996

Auf solche Weise, kann man die Wettervorhersage verwenden, auf jene oder andere Situation orientieren, die in der Abflußverlaufsvorhersagen ausgestellt wird. Bei der quantitativen Prognose der Lufttemperatur und der Niederschlagssummen, gibt es die Möglichkeit, der hydrologischen Vorhersagezeit zu vergrößern (Luk'yanets et al, 2000).

Solche Einstellung zum Beschluß der vorliegenden Frage kann für alle Einzugsgebiete verwendet sein. Dabei braucht man Modellparameter für den konkreten Punkt immer anzupassen, wo der Abfluß vorhergesagt wird, sowie die Charakteristik oder das Merkmal, das die Wasserverluste auf dem konkreten Einzugsgebiet berücksichtigt, zu zeigen (Sosyedko, 2000).

Literaturverzeichnis

- Handbuch für hydrologischen Vorhersagen (1989): 246 p., Hidrometeoizdat, Leningrad, UdSSR.
- Koren V.I. (1991): *Mathematische Modelle in Vorhersagen der Abflüsse*, 200 p., Hidrometeoizdat, Leningrad, UdSSR.
- Luk'yanets O., Sosyedko M. (2000): *Die Struktur des Informations – und Vorhersagesystems im Flußbecken der Theiß (in den Grenzen der Ukraine)*, S.17 (Compact Disc), XX.Konferenz der Donauländer, Bratislava, Slovensko.

- Popov E.G. (1963): *Problems of theory and practice of river runoff forecasts*. 396 p., Hydrometeoizdat, Leningrad, USSR.
- Sosedko M.M. & Kochelaba E.I. (1986): –*Modelling snowmelt-induced processes in a mountain river basin given standard hydrometeorological data*, JAHS Publ, no. 155. pp. 83-91 , Budapest . Hungary.
- Sosyedko M.M. (1987): *An example of simulation system of runoff formation in a river basin*. UkrNDGMI proceedings, no. 222, pp. 61-69, Hydrometeoizdat, Moscow, USSR.
- Sosyedko M. (2000): *Mathematische Modellierung der Abflußbildungsvorgänge wie Grundlage der Vorhersagesysteme*. Hydrologie, Hydrochemie und Hydroökologie. Wissensch. Sammelband 1 , pp. 32-40, Nationaluniver., Kiew, Ukraine.