

# LANGFRISTIGE FRÜHJAHRSAFLUßVORHERSAGEN AUS GEBIRGSEINZUGSGEBIETEN IN RÄUMLICHER VORSTELLUNG

Olga Luk'yanets

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

**Zusammenfassung:** Am Beispiel der Pruth - und Siret-Flußgebiete wird die Methodologie der langfristigen Frühjahrshochwasservorhersagen aus Gebirgseinzugsgebieten vorgelegt, die auf mathematische Modellierung der Abflußvorgänge sich gründet. Diese Ergebnisse kann man in räumlicher Darstellungsform ermöglichen. Dabei zieht die Möglichkeit in Betracht, Abflußangaben aus irgendwelchen unerforschten Einzugsgebieten zu bestimmen. Auf diese Art wird informative Fähigkeit des Nachrichtendienstes sich erhöht.

**Schlüsselwörter:** langfristige Vorhersagen, Frühjahrshochwasser, räumliche Vorstellung, Abflußmodellierung.

## LONG-RANGE FORECASTING OF SPRING RUNOFF FROM MOUNTAIN CATCHMENTS IN SPACE PRESENTATION

**Abstract:** As an example of Pruth and Siret river basins the methodology of long-range forecasting of spring runoff from mountain catchments presents. The methodology is based on the mathematical modeling of runoff processes. These forecasting data can given in space introduction. It is possible estimate runoff data from catchments where observation are absent. Informative possibilities of warning service will be thus higher.

**Key words:** Long-range forecasting, spring runoff, space introduction, runoff modeling..

### 1. Besonderheiten der Frühjahrabflußbildung in den Pruth - und Siret Flußbecken

Das Gebiet der Oberflußstrecken von Pruth und Siret in den Grenzen der Ukraine befindet sich in den Karpaten. Zur Gebirgsgegend liegen die Vorgebirge und das Unterland an. In diesen Flußbecken sind die Höhen: 55% - 200-400 m, 16% - 400-800 m ü.d.M. und 29 % noch höher. In diesem Zusammenhang ändern sich die Winterverhältnisse (Tab. 1).

*Tabelle 1. Temperaturen und Niederschlagsmengen in der Winterjahreszeit*

Ortschaft	Monatliche Mitteltemperaturen, °C	Monatliche Niederschlagsmengen	
		Mittlere	Größte
Unterland	-2.0, -4.0	110-120	300-360
Vorgebirge	-2.5, -5.0	140-180	360-400
Gebirgsgegend	-4.0, -7.0	250-350	600-850

Solche Höhenverteilung der Niederschlagsmengen und vertikales Temperaturgefälle während der Wintermonate bestimmen wie gewöhnlich verschiedenartige Schneeansammlung, Schneedeckenzustand, Schneeschmelzintensität und Schmelzdauer. Alle diese Verhältnisse wirken unmittelbar auf Frühjahrshochwasserinhalt und Höchstwassermengen (Tab. 2).

*Tabelle 2. Frühjahrshochwasserangaben*

Ortschaft	Mittleres Datum		Abflußhöhe, mm		Größte Abflußspende, l/s·km <sup>2</sup>	
	Hoch- wasser- anfang	Hoch- wasser- ende	mittlere	größte	aus Flächen	
					50-200 km <sup>2</sup>	300-700 km <sup>2</sup>
Unterland	1.03	3.04	50-60	110-130	150-250	120-200
Vorgebirge	5-10.03	10-20.04	60-80	150-200	500-800	250-350
Gebirgsgegend	10-15.03	20-25.04	80-120	200-250	300-500	200-300

Die größte Wasservorräte im Schnee sind mittelmäßig 40-50 mm im Unterland und 120-150 mm im Hochgebirge gleich. In den schneereichen Wintern können die Vorräte entsprechend 70-100 und 250-500 mm erreichen.

## **2. Methodische Grundlagen**

Methodische Bestandteile des Vorhersagesystems in den Pruth- und Siret – Flußbecken, die PRUT-6 genannt wurde, gründen sich auf Anwendung der mathematischen Modellen SNIH-3 und SLOY-3D.

In der Struktur dieser Modelle betätigen sich die Abflußvorgänge, welche während der Winter – und Frühlingsjahreszeiten an den Abflußeinzugsgebieten sich ereignen. In den Gebirgen werden diese Vorgänge an den Hochzonen untersucht, weil die hier mit verschiedener Intensität geschehen, daß es durch räumliche Ungleichmäßigkeit der Schneedecke, der Niederschlagsgrößen und thermischer Verhältnisse bedingt wird. Dabei werden Waldigkeitsstufen der Einzugsgebiete und Geländeexpositionen berücksichtigt (Abb. 1).

Man muß bemerken, daß ein jedes Modell erfüllt Abflußmodellierung in verschiedenen Stufen der gesamten Systemerarbeitung. Mit Hilfe vom Modell SNIH-3 kann man alle Vorgangsgrößen zu jedem Zeitabschnitt errechnen (einschließlich Abflußganglinien) und solcherweise wirkende optimale Parametern ermitteln. Berechnungszeiteinheiten werden in Abhängigkeit von der Hochwasserbildungsintensität bestimmt. Für die Gebirgsflüssen sind sie 6-12 Stunden gleich (Sosyedko and Kochelaba, 1986; Sosyedko, 1987).

Wenn das Modell SNIH-3 für das Vorhersagen angewendet wird, dann werden wahrscheinliche Verläufe der Frühlingsvorgänge auf Periode der Vorhersagezeit durch Darstellung der Klimagrößen für 4 möglichen Wetterbedingungen bestimmt. So bekommen wir auch 4 Abflußganglinien. Doch Verbraucher solcher Vorhersageproduktion können meistens nicht im Stande sie benutzen. Darum müssen wir die Vorhersagen in anderer Form vorstellen.

Die Abflußvorgänge geschehen in den Gebirgen mit verschiedener Intensität, daß es durch räumliche Verschiedenheit der Schneedecke, der Niederschlagsgrößen und thermischer Verhältnisse bedingt wird. Darum wurde die Raumstruktur des Systems PRUT-6A solcherweise geschaffen, daß die einen Einheitskomplex von Bestandteilen darstellt, welche ermöglichen, landschaftliche und hydrometeorologische Besonderheiten einzelner Einzugsgebiete zu berücksichtigen. Zu diesem Zweck und auch mit der Orientierung nach Informationsmöglichkeiten des Beobachtungsnetzes wurden 9 Teileinzugsgebiete in der Systemstruktur bestimmt. Jedes Teileinzugsgebiet besteht aus 2-3 Teilflächen, die seinerseits durch 5 Hochzonen dargestellt sind. In allen Teileinzugsgebieten und Hochzonen werden Waldigkeitsstufen berücksichtigt (Luk'yanets und Sosyedko, 2000; Handbuch..., 1989).

## **3. Vorhersageberechnungen**

Durchgeführte mittels Modells SNIH-3 Rechnungen wurden zur Verfügung gestellt, um auf dieser Basis gewisse vereinfachende Annahmen zu treffen und solcherweise eine Modellform zu erreichen, die für Verbraucher mehr bequem sein wird. Auf diese Art wird man auf das Modell SLOY-3D umstellt.

In der nächsten Ausbauphase der Vorhersagesystems PRUT-6 wurde das Modell SLOY-3D auf vergleichbarer Grundlage in dieses System eingeführt. Zuerst wurde es eine gute Übereinstimmung zwischen berechnetem und gemessenem Abflußverlauf erreicht. Auf die Periode der Vorhersagezeit werden im Modell SLOY-3D Niederschlagssummen und mittlere Temperaturen anstatt ihrer zeitlaufenden Größen angewandt.

Mit dem Modell SLOY-3D erstellt das System PRUT-6 Frühjahrsabflußwerte (Abflußhöhen, Abflußvolumen, Höchstabflußmengen, Höchstwasserstände) auf Vorhersagezeitraum für 10 Pegelmeßstellen an den Flüssen Pruth und Siret (Sosyedko, 1988; Sosyedko und Luk'yanets, 1994; Maslowa und Sosyedko, 1998). Außerdem wird man auch Abflußhöhen aus 5 Hochzonen für jeder von Teilgebieten errechnet (Tab. 3).

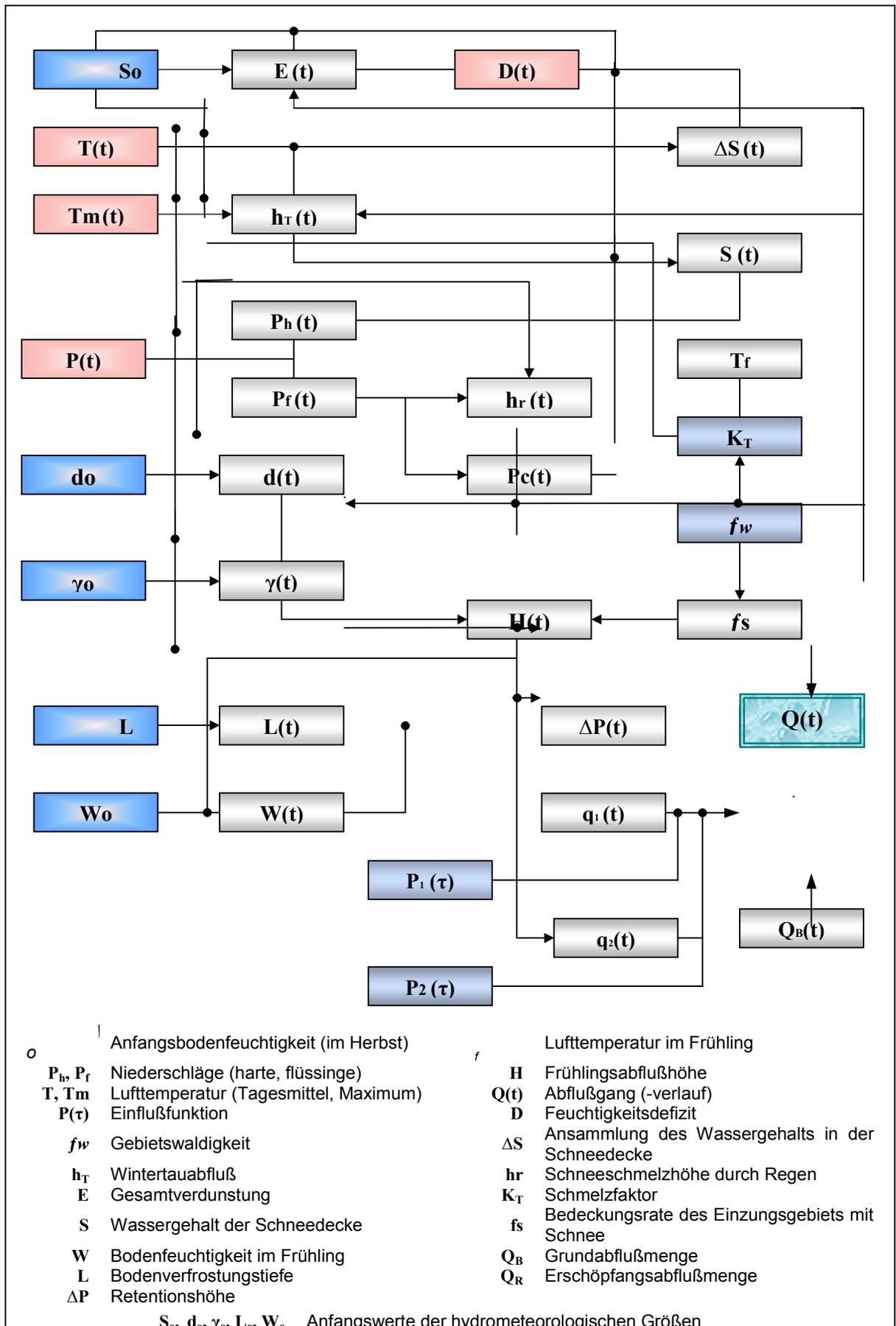


Abbildung 1. Die Struktur des Frühjahrsabfluss - Modells SNIH-3

Tabelle 3. Ein Beispiel der Vorhersagen

<b>Das System PRUT_6 funktioniert</b>					
Die Vorhersagen von Abflußwerten in 40 Tagen					
Datenmaterial von 27.02.1999					
Für gewöhnliche Verhältnisse während des Frühjahrs					
Regel Nr.	Fluß - Pegel	Vorhergesagte Abflußwerte			
		Höhe, Mm	Fülle, Mio m <sup>3</sup>	Höchste Abflußmenge, m <sup>3</sup> /s	Höchster Wasserstand, Cm
1	Siret - Storoshinez	130-159	87-107	99-121	431-459
3	Prut - Kremenzi	46-56	17-21	19-23	191-199
4	Prut - Jaremtscha	57-70	34-42	48-59	219-232
5	Prut - Kolomyja	73-89	83-101	81-99	349-364
6	Prut - Tscherniwzi	64-78	443-542	434-531	352-383
8	Tschornjawa - Lyubkiwzi	55-68	18-22	17-21	326-338
9	Tscheremosch - Usteriky	81-99	122-149	134-164	158-168
10	Tscheremosch - Kutj	73-90	158-193	155-190	410-433
11	B.Tscheremosch - Yablunyzja	101-124	55-68	52-64	233-241
12	Tsch.Tscheremosch - - Werchowyna	67-82	44-54	39-47	339-347

Frühjahrsabflußhöhen aus Hochzonen für 40-tägige Periode					
Teilgebiet	Abflußhöhen (mm) aus Hochzonen				
	<400 m	400-600 m	600-800 m	800-1000 m	>1000 m
Siret	127-155	168-205	151-184	90-110	13-16
Prut (Kolomyja)	54-66	118-145	104-127	100-122	12-15
B. Tscheremosch	83-101	146-178	204-249	131-161	48-59
Tsch. Tscheremosch	78-95	82-100	94-115	126-155	43-53
Prut (Kolomyja-Tscherniwzi)	55-68	62-76	86-105	89-108	22-27

Abflußhöhen, die in Tab. 3 vorgestellt, kann man für die Bestimmung der Abfußvolumen und der Höchstabflußmengen aus unerforschten Einzugsgebieten verwenden. Für die Berechnung der Letzten wird seine Abhängigkeit von den Landschaftsbedingungen benutzt, dessen Einfluß durch Parameter  $K_Q$  mit Überschreitungsdauer  $P$  sich zeigt:

$$Q_m(P) = K_Q(P) \cdot h,$$

$$K_Q(P=50\%) = 0.098F/100 + 0.068B - 0.081H/100 + 0.198,$$

$$K_Q(P=15\%) = 1.35K_Q(P=50\%),$$

$$K_Q(P=85\%) = 0.70K_Q(P=50\%),$$

wo  $h$  – Abflußhöhe, mm

$F$  – Einzugsgebietsfläche, km<sup>2</sup>;

$B$  – mittlere Einzugsgebietsbreite, km;

$H$  – mittlere Höhe ü.d.M., m.

Solcherweise kann man die Vorhersageangaben der Frühlingshochwässer für beliebige Einzugsgebiete bestimmen (Tab. 4).

Tabelle 4. Abschätzungsangaben der Höchstabflußmengen

$F=350 \text{ km}^2, B=22.0 \text{ km}, H=950 \text{ m}, h=110 \text{ mm}$		
Abflußmengen ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) bei Wahrscheinlichkeit %		
15 %	50 %	85 %
189	140	97.8

$F=150 \text{ km}^2, B=12.0 \text{ km}, H=740 \text{ m}, h=110 \text{ mm}$		
83.4	61.8	43.3

#### 4. Schlußfolgerungen

Die Software, mittels deren das Vorhersagesystem realisiert wird, schließt klimatische Angaben in ihrem Speicher für alle Periode von Januar bis Mai ein. Des halb gibt es Möglichkeit, Vorhersagewerte in jedem beliebigen Termin zu berichtigen, wenn hydrometeorologische Bedingungen in den Flußgebieten bis Frühlingsanfang sich verändern werden.

#### 5. Literaturverzeichnis

- Handbuch zur hydrologischen Vorhersagen (1989). Heft 1, Hydrometeoizdat, Moskau, UdSSR.
- Luk'yanets O., Sosyedko M. (2000): Die Möglichkeiten der langfristigen Frühjahrsabflußvorhersagen im Gebirgsflußbecken von der Theiß mit schrittweiser Berichtigung. XX.Konferenz der Donauländer. Bratislava, Slowakei.
- Maslowa T., Sosyedko M. (1998): Langfristige Vorhersagen der maximalen Frühjahrsabflußwerte für die Flüßen im Karpaten-Gebiet durch Intervallschätzungen. XIX.Konferenz der Donauländer, Osijek, Kroatien.
- Sosyedko M.M., Kochelaba E.I. (1986): Modelling snowmelt-induced processes in a mountain river basin given standard hydrometeorological data. JANS Publ.,155, Budapest, Hungary.
- Sosyedko M.M. (1987): Besonderheiten der mathematischen Modellierung der Schmelz- und Regenwasserabflussbildung in Gebirgseinzugsgebiete. Trudy UkrNDGMI, 220, Hydrometeoizdat, Moskau, UdSSR.
- Sosyedko M.M. (1988): Simulationssystem der Abflussformierung auf den Gebirgsflussbecken. XIV.Konferenz der Donauländer, Kiew, Ukraine.
- Sosyedko M., Luk'yanets O. (1994): Landesweite Frühjahrsabflussvorhersagen in Gebirgsgebieten auf Grund der mathematischen Modellierung. XVII.Konferenz der Donauländer, Budapest, Ungarn.