

**КРАТКОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ МАКСИМАЛЬНЫХ УРОВНЕЙ
ПОЛОВОДЬЯ НА ЗАМЫКАЮЩЕМ ГИДРОМЕТРИЧЕСКОМ
СТВОРЕ, К КРАЕВЫМ УСЛОВИЯМ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ
ВРЕМЕНИ С УЧЕТОМ ДОБЕГАНИЯ
(ДЛЯ УСТЬЕВОГО УЧАСТКА РЕКИ ЕНИСЕЙ)**

В.П.ЗИМИЧЕВ

ГНЦ РФ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт

Разработана технология пересчета характеристик максимальных уровней половодья, поступающих из гидрометеорологической сети, в характеристики краткосрочного прогноза максимальных уровней половодья на замыкающем гидрометрическом створе. Наиболее эффективный результат прогнозов дает комбинированный подбор эмпирических зависимостей по разным начальным створам. Это также дает возможность увеличить заблаговременность прогноза. Полученные зависимости легко выражаются в простой аналитической форме, что дает возможность в доступной для любого потребителя форме, предложить автоматизированный алгоритм расчета прогнозных характеристик.

В основу предлагаемой схемы прогнозирования берутся данные водомерных наблюдений на постах (гидрометрический подход). Заблаговременность уровней и расходов воды на устьевом участке р. Енисей будет определяться временем добега воды на расчетном участке реки. Для участка реки длиной L возможно составление краткосрочного прогноза с заблаговременностью τ , то есть:

$$\tau = L/86,4 \cdot V, \quad (1)$$

где τ – время добега (сутки); L – длина участка реки (км); V – скорость течения (м/с).

Задача гидрометрического прогноза сводится к получению следующих основных результатов:

- выявление зависимости расходов (Q) или уровней (H) в расчетном створе реки от Q и H в створе (или в створах) стационарных наблюдений;
- оценка времени добега на расчетном участке реки.

Условно предполагается отсутствие приточности на расчетном участке реки. Степень трансформации гидрографа половодья будет определяться русловыми процессами, регулированием стока и другими факторами.

На точность расчетов будет влиять и характер распластывания паводка. Интенсивность подъема и спада половодья, меняющаяся от года к году, оказывает влияние на интенсивность снижения стоковых характеристик. Причем это влияние возрастает при увеличении длины расчетного участка. Этот фактор для устья Енисея, очевидно, будет немаловажным.

В зависимости от высоты уровня воды будет меняться τ – при возрастании уровней и скоростей потока τ будет уменьшаться (на участках с затопляемой поймой закономерность может нарушаться).

Оценка степени приближения и возможности предлагаемой схемы расчетов основана на анализе динамики соответственных уровней и расходов воды и определении значений τ .

Аналитические выражения для кривых расходов $Q(H)$ по двум соседним створам расчетного участка реки имеют вид:

$$Q_B = a + bH_B^m, \quad (2)$$

$$Q_H = c + dH_H^n. \quad (3)$$

При подъеме уровней в половодье уровень воды в нижнем створе через время τ станет равным

$$H_H = (Q_B - c/d)^{1/n} = ((a - c)/d + bH_B^m/d)^{1/n}. \quad (4)$$

Так как $a, b, c, d, m, n = const$, то уровни в нижнем створе будут зависеть только от уровней в верхнем створе. Таким образом, на основе полученных связей $H_H = f(H_B)$ устанавливаются значения соответственных уровней воды на расчетном участке реки без наличия кривых расходов воды. На этом и строится метод прогноза по соответственным уровням.

Половодье на р. Енисей имеет ряд отличительных признаков, создающих объективные сложности при составлении краткосрочных прогнозов уровенных и стоковых характеристик. В первую очередь на гидрологические характеристики влияют особенности ледового режима. Енисей протекает в строго меридиональном направлении с юга на север, что определяет неравномерность вскрытия ледяного покрова реки по длине, образование заторных участков, резко меняющих гидравлику руслового потока.

Другим стокоформирующим фактором является искусственное регулирование стока реки многочисленными гидроэлектростанциями расположенными как на самом Енисее, так и на его основных притоках.

Оценке особенностей формирования половодья в устье р. Енисей посвящено достаточно много специальных исследований [1, 2, 3], и нет необходимости повторного анализа этого вопроса. Следует лишь отметить, что существующие методики прогнозов основных гидрологических характеристик половодья на устьевом участке р. Енисей не позволяют с достаточной и необходимой степенью надежности давать описание динамики волны половодья, как на спаде, так и на подъеме. Наиболее приемлемая точность расчетов достигается лишь при оценке максимальных уровней половодья с незначительной заблаговременностью (1–3 суток).

Для получения расчетных зависимостей использовались данные Гидрологических ежегодников за период с 1965 по 2003 г.

Динамика волны половодья для нижнего течения р. Енисей показывает, что заблаговременность прогнозов (от 5 до 10 суток) возможна лишь для самых нижних устьевых постов, вышележащие створы характеризуются практически синхронным прохождением пика половодья по всей длине реки.

Из имеющихся материалов видно, что многолетняя амплитуда максимальных уровней воды (A_M) достаточно большая (см. Приложения). Даты наступления пика половодья также имеют довольно широкий диапазон колебаний: наиболее ранние – середина мая, поздние – середина июня. Соответствующие многолетние амплитуды в наступлении пиков половодья составляют: для п. Селиваниха $T_M = 32$ суток, для п. Дудинка $T_M = 25$ суток, для п. Караул $T_M = 21$ сутки.

На основе анализа зависимостей $Q(H)$ для створа Игарка можно сделать вывод о русловой стабильности и, соответственно, об устойчивости кривых расходов, которые могут являться основой для расчетов стоковых характеристик по данным наблюдений об уровнях.

ПОСТРОЕНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ И РАСЧЕТНЫЕ ПРИЕМЫ ДЛЯ ПРОГНОЗОВ

Установлены связи между максимальными уровнями половодных периодов на расчетных участках – рис. 1. На этих же графиках показаны аналитические выражения для полученных зависимостей.

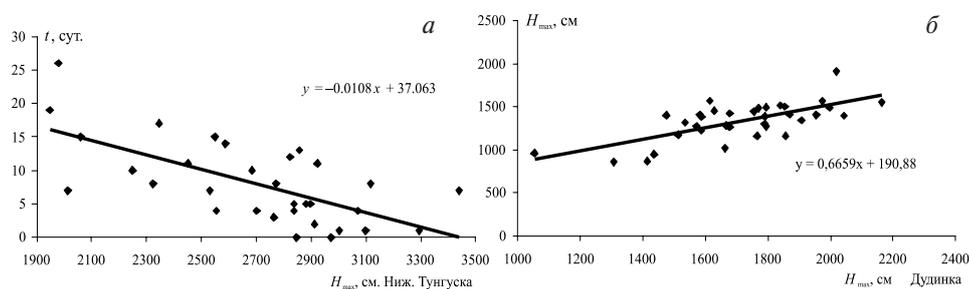


Рис. 1. Зависимость времени добегания от H_{\max} на участке Нижняя Тунгуска (Большой Порог) – Дудинка (а) и связь H_{\max} на участке Подкаменная Тунгуска – Дудинка (б)

Также получены данные о связи времени добегания с максимальными уровнями воды на расчетных участках. По установленным зависимостям и таблицам на основе данных по верхнему посту составляется прогноз значений максимальных уровней половодья для нижних створов.

Более эффективный результат прогнозов дает комбинированный подбор эмпирических зависимостей по разным исходным створам. Это дает возможность существенно увеличить заблаговременность прогноза.

Для п. Дудинка прогноз даты наступления пика половодья наиболее точным получается по данным р. Нижняя Тунгуска с. Большой Порог (рис. 1). Прогноз значений максимальных уровней половодья на п. Дудинка наиболее точен — по данным связи H_{\max} с п. Подкаменная Тунгуска.

Полученные зависимости легко выражаются в простой аналитической форме. Это дает возможность в доступной для любого потребителя форме предложить автоматизированный алгоритм расчета прогнозных характеристик, например, в программе EXEL (табл. 1).

Таблица 1

Автоматизированный расчет прогнозируемых значений максимальных уровней половодья для п. Дудинка, с учетом времени добегания

	f_x	= 0,6659*B11 + 190,88			= D7 + (-0.0108*C7 + 37,063)	
	A	B	C	D	E	F
1	год	Под. Тунг.	Ниж. Тунг. (БП)	дата	Дудинка (прогноз)	
2		H_{\max} , см	H_{\max} , см	дата	H_{\max} , см	дата
3	1970	1794	2061	26 мая	1386	9 июня
4	1971	1667	2346	20 мая	1301	31 мая
5	1972	1587	2973	13 июня	1248	17 июня
6	1973	1997	2451	31 мая	1521	10 июня
7	1974	1840	2838	8 июня	1416	14 июня
8	1975	1615	2838	2 июня	1266	8 июня
9	1976	1790	2772	3 июня	1383	10 июня
10	1977	1583	2882	1 июня	1245	6 июня
11	1978	1628	3294	8 июня	1275	9 июня
12	1979	1854	3003	13 июня	1425	17 июня
13	1980	1572	2847	11 июня	1238	17 июня
14	1981	1436	2684	19 мая	1147	27 мая
15	1982	1514	2912	3 июня	1199	8 июня
16	1983	1954	2764	12 июня	1492	19 июня
.....
пп	2008	—	—	—	—	—

ОЦЕНКА ДОСТОВЕРНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОГНОЗОВ

Использованный прием прогноза является, по своей сути, построением эмпирических зависимостей между гидрометрическими параметрами реки, физическая точность и обоснованность которых определяет надежность и точность используемой методики [4, 5, 6, 7].

Критерием тесноты эмпирических зависимостей является среднее квадратичное отклонение наблюдаемых величин от среднего значения данной зависимости — σ_{sr} :

$$\sigma_{sr} = \left(\sum (y_i - y_{sr})^2 / (n - 1) \right)^{1/2}, \quad (5)$$

где y_i — данное значение явления в многолетнем ряду наблюдений, y_{sr} — его норма, n — число членов многолетнего ряда.

Среднее квадратичное отклонение $\sigma\Delta$ изменения расхода (уровня) воды за период заблаговременности прогноза от нормы этого изменения вычисляется по формуле

$$\sigma\Delta = \left(\sum (\Delta_i - \Delta_{sr})^2 / (n - 1) \right)^{1/2}, \quad (6)$$

где Δ_i — разность между начальным и конечным значениями явления за период заблаговременности прогноза, Δ_{sr} — норма этой разности, n — число членов ряда.

Если нет особых условий составления гидрологического прогноза, определяющих специальные правила и порядок назначения допустимых погрешностей, то за допустимую погрешность прогноза принимают меньшее из вероятных отклонений $0,674\sigma_{sr}$ и $0,674\sigma\Delta$.

Прогноз максимального уровня (расхода) половодья, составляемый в период подъема половодья, оценивается, исходя из разности максимального уровня (расхода) половодья и уровня (расхода) в день составления прогноза. Допустимые погрешности принимаются равными вероятным отклонениям этой разности от ее нормы:

$$\sigma = 0,674\sigma\Delta = 0,674 \left(\sum (\Delta_i - \Delta_{sr})^2 / (n - 1) \right)^{1/2}, \quad (7)$$

где Δ_i — разность между максимальным уровнем (расходом) и уровнем (расходом) в день составления прогноза, Δ_{sr} — норма этой разности, n — число членов ряда.

Мерой точности методики служит средняя квадратическая погрешность поверочных прогнозов

$$S_{sr} = \left(\sum (y_i - y_{pr})^2 / (n - m) \right)^{1/2}, \quad (8)$$

где y_{pr} — прогнозная величина, m — обозначает число степеней свободы, или, иначе, характеризует вид уравнения регрессии, и равна количеству постоянных величин в нем. Для линейных уравнений $m = 2$.

Допустимые погрешности краткосрочных прогнозов времени наступления характерных явлений водного режима принимаются в зависимости от заблаговременности [4].

Числовым критерием надежности принимают не σ_{sr} , а обеспеченность допустимых отклонений.

Это статистическое понятие представляет выраженное в процентах число случаев, когда отклонение наблюдаемых величин от средней линии не превышает величины допустимой ошибки. Критерием оценки точности используемой методики будет являться обеспеченность метода

$$p = 100n'/n \quad (9)$$

(где n' – число оправдавшихся прогнозов, n – общее число прогнозов), которая, по сути своей, является обеспеченностью полученной эмпирической кривой, используемой для прогноза.

Чем больше вероятность непревышения допустимой ошибки отклонениями наблюдаемых величин от принятой зависимости, тем надежнее прогноз.

Применение методики прогнозов в практике является целесообразным лишь в том случае, когда обеспеченность допустимой погрешности по этой методике не менее чем на 10 % превышает обеспеченность вероятного отклонения от нормы. Исходя из этого и учитывая погрешности определения S_{sr} и σ_{sr} , которые зависят от числа членов ряда n , ниже даются предельные значения основного критерия применимости методики прогноза.

Методика прогноза считается применимой для выпуска оперативных прогнозов при следующих отношениях S_{sr}/σ_{sr} :

$$\begin{aligned} \text{при } n < 15 & \quad S_{sr}/\sigma_{sr} \leq 0,7; \\ \text{при } 15 < n < 25 & \quad S_{sr}/\sigma_{sr} \leq 0,75; \\ \text{при } n > 25 & \quad S_{sr}/\sigma_{sr} \leq 0,80. \end{aligned}$$

Здесь n – число членов ряда, использованного при установлении зависимости для прогноза, или число проверочных прогнозов.

Величина отношения S_{sr}/σ_{sr} является также и критерием качества применимой методики прогноза. Категория качества применимой методики и соответствующее значение S_{sr}/σ_{sr} при числе проверочных прогнозов $n \geq 25$ даны в табл. 2. Для более полной характеристики качества применимой методики прогноза в этой же таблице приведены также соответствующие отношению S_{sr}/σ_{sr} значения коэффициента, или индекса корреляции, и обеспеченности допустимой погрешности при $n \geq 25$.

Таблица 2

Оценка категории качества применяемой методики			
Категория качества методики	Показатели качества методики		
	S_{sr}/σ_{sr}	Коэффициент (или индекс) корреляции	Обеспеченность допустимой погрешности ($\alpha = 0,674\alpha_{cr}$)
Хорошая	$\leq 0,50$	$\geq 0,87$	82
Удовлетворительная	0,51–0,80	0,86–0,60	81–60

В табл. 3, в качестве примера, представлены значения аналитических аппроксимаций, дающих наиболее приемлемые результаты краткосрочных прогнозов пиков половодья для постов Селиваниха, Дудинка, Игарка и Караул.

В табл. 4 дается оценка категории качества используемых методик прогнозирования при различных критериях оценки.

В табл. 1 показан пример (выделенные ячейки – F7 и E11) автоматизированного расчета прогнозируемых значений максимальных уровней половодья

Таблица 3

Аналитические аппроксимации расчетных зависимостей прогноза максимальных уровней половодья р. Енисей с учетом времени добегания

Участок реки	Расчет времени добегания τ , сут.	Расчет H_{\max} , см
Селиваниха – ПТ, (НТ)	$\tau(\text{Сел.}) = -0,0059H_{\max}(\text{НТ}) + 20,804$	$H_{\max}(\text{Сел.}) = 0,4877H_{\max}(\text{ПТ}) + 1076$
Селиваниха – Караул	Зависимость графическая	$H_{\max}(\text{Кар.}) = 0,6312H_{\max}(\text{Сел.}) - 428,03$
Дудинка – ПТ, (НТ)	$\tau(\text{Дул.}) = -0,0108H_{\max}(\text{НТ}) + 37,063$	$H_{\max}(\text{Дул.}) = 0,6659H_{\max}(\text{ПТ}) + 190,88$
Игарка – ПТ	–	$H_{\max}(\text{Игарка}) = 1,1H_{\max}(\text{ПТ}) - 249,07$
Караул – НТ	$\text{Кар.} = -0,0118H_{\max}(\text{НТ}) + 42,325$	$H_{\max}(\text{Кар.}) = 0,1831H_{\max}(\text{НТ}) + 260,85$

Сокращения: ПТ – р. Енисей п. Подкаменная Тунгуска; НТ – р. Нижняя Тунгуска п. Большой Порог

Таблица 4

Оценка категории качества используемых методик прогнозирования

Участок реки	Категория качества в зависимости от показателя оценки качества						
	S_{sr}/σ_{sr}	$S_{sr}/\sigma\Delta$	$p(0,674\sigma\Delta)$	$p(0,674\sigma_{sr})$	pH_{sr}	$p\Delta t$	$p\Delta t A_{HM}$
Селиваниха – (ПТ, НТ)	удовл.	хорошая	удовл.	удовл.	<10 %**	–	удовл.
Селиваниха – Караул	удовл.	удовл.	хорошая	удовл.	<10 %	–	удовл.
Дудинка – (ПТ, НТ)	удовл.	удовл.*	удовл.*	удовл.	<10 %	–	–
Игарка – ПТ	удовл.	хорошая	хорошая	удовл.	<10 %	–	–
Караул – НТ	–	удовл.	удовл.	–	<10 %	–	–*

* – методика на 1–3 % не «дотягивает» до перехода в более высокую категорию;

** – значение <10 % pH_{sr} для характеристики природной обеспеченности, по требованию [4] во всех случаях удовлетворяет условию не менее чем на 10 % не превышать обеспеченность расчетных зависимостей

для п. Дудинка. Предложенная схема позволяет, подставляя значения дат и максимальных уровней половодья на вышележащих створах в заданную формулу, автоматически получать искомую характеристику половодья для нижнего створа.

На рис. 2 и в табл. 5 и 6 показаны результаты прогнозов для п. Селиваниха и п. Дудинка по вышеприведенным формулам.

При оценке эффективности прогнозов целесообразно использовать разные критерии (см. Приложения – таблицы расчетов допустимых погрешностей, применимости и качества методики прогнозов). В конце каждой таблицы приложений приводятся расчетные статистические параметры.

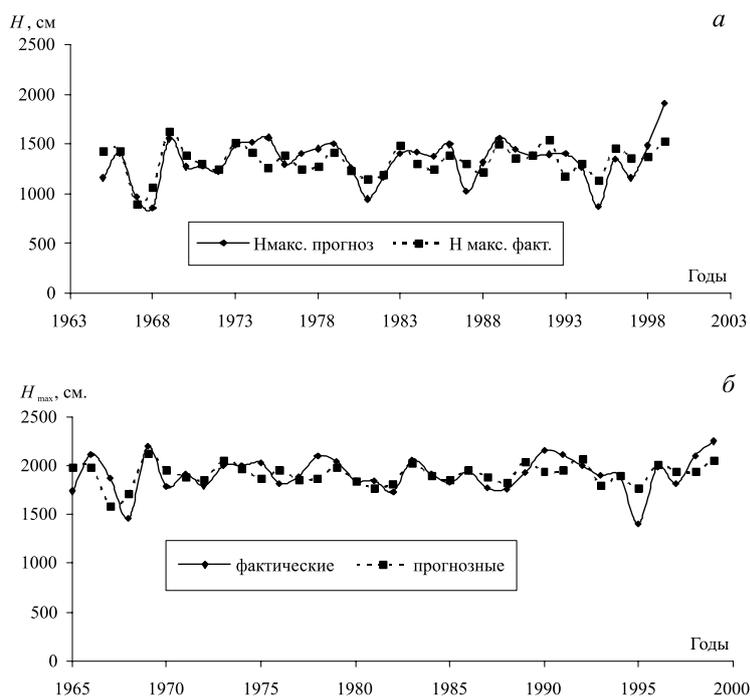


Рис. 2. Прогноз H_{\max} для п. Дудинка (а, H_{\max} по п. Подкаменная Тунгуска, $\tau_{\text{доб.}}$ – по р. Нижняя Тунгуска п. Большой Порог) и для п. Селиваниха (б, H_{\max} по п. Подкаменная Тунгуска, $\tau_{\text{доб.}}$ – по р. Нижняя Тунгуска п. Большой Порог)

Таблица 5

Прогноз H_{\max} для п. Селиваниха (H_{\max} по п. Подкаменная Тунгуска, $\tau_{\text{об.}}$ – по п. Нижняя Тунгуска п. Большой Порог)

Год	Дата		H_{\max}	
	факт.	прогноз	факт.	прогноз
1970	5 июня	04 июня	1779	1945
1971	28 мая	03 июня	1907	1900
1972	15 июня	02 июня	1792	1870
1973	7 июня	11 июня	1989	2010
1974	9 июня	11 июня	1979	1955
1975	6 июня	09 июня	2029	1880
1976	5 июня	24 мая	1803	1940
1977	5 июня	18 июня	1883	1860
1978	9 июня	21 июня	2066	1880
1979	13 июня	30 мая	2041	1960
1980	12 июня	24 июня	1841	1865
1981	24 мая	31 мая	1831	1820
1982	4 июня	06 июня	1730	1845
1983	16 июня	16 июня	2058	1995

Таблица 6

Прогноз H_{\max} для п. Дудинка (H_{\max} по п. Подкаменная Тунгуска, $\tau_{\text{об.}}$ – по р. Нижняя Тунгуска п. Большой Порог)

Год	Дата		H_{\max}	
	факт.	прогноз	факт.	прогноз
1970	10 июня	12 июня	1403	1271
1971	06 июня	01 июня	1328	1277
1972	13 июня	15 июня	1280	1222
1973	11 июня	10 июня	1524	1488
1974	12 июня	12 июня	1431	1517
1975	07 июня	06 июня	1297	1567
1976	11 июня	08 июня	1401	1299
1977	06 июня	04 июня	1278	1403
1978	09 июня	05 июня	1304	1453
1979	12 июня	14 июня	1439	1504
1980	11 июня	15 июня	1271	1269
1981	29 мая	26 мая	1190	947
1982	05 июня	06 июня	1237	1173
1983	15 июня	17 июня	1499	1404
1984	04 июня	–	1334	1420

Различия в критериях оценки эффективности методики иногда дают возможность, с одной стороны, выбора той или иной методики прогнозирования, с другой – определения ее соответствия различным категориям качества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бефани Н.Ф., Калинин Г.П. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 391 с.
2. Бурдыкина А.П. Метод прогноза объема половодья низовьев Енисея // Тр. ААНИИ, 1977. Вып. 256. С. 15–22.
3. Жидиков А.П., Левин А.Г., Нечаева Н.С., Попов Е.Г. Методы расчета и прогноза половодья для каскада водохранилищ и речных систем. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 128 с.
4. Наставления по службе прогнозов. Разд. 3. Ч. 1. Л.: Гидрометеиздат, 1962. 193 с.
5. Попов Е.Г. Гидрологические прогнозы. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 256 с.
6. Пособие по краткосрочным прогнозам паводочного стока рек. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 148 с.

7. Руководство по гидрологическим прогнозам. Вып. 2. Краткосрочный прогноз расхода и уровня воды на реках. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 246 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

1. Расчеты допустимых погрешностей, применимости и качества методики прогнозов для участка Селиваниха – Караул:

$$\begin{aligned} H_{sr} &= 778 \text{ см}, H_{\max} = 1089 \text{ см}, H_{\min} = 538 \text{ см}, A_M = 551 \text{ см}, \\ S_{sr} &= 80; \sigma_{sr} = 109; \sigma\Delta = 138; S_{sr}/\sigma_{sr} = 0,74; S_{sr}/\sigma\Delta = 0,58; 0,674\sigma_{sr} = 73; \\ 0,674\sigma\Delta &= 93; \\ pH(0,674\sigma\Delta) &= 86 \%; pH(0,674\sigma_{sr}) = 76 \%; pH_{sr}(0,674\sigma_{sr}) = 66 \%; p\Delta t = 48 \%; \\ p\Delta t A_{HM} &= 66 \%. \end{aligned}$$

2. Расчеты допустимых погрешностей, применимости и качества методики прогнозов для участка Подкаменная Тунгуска, Нижняя Тунгуска – Селиваниха:

$$\begin{aligned} H_{sr} &= 1932 \text{ см}, H_{\max} = 2425 \text{ см}, H_{\min} = 1400 \text{ см}, A_M = 1025 \text{ см}, \\ S_{sr} &= 146; \sigma_{sr} = 183; \sigma\Delta = 360; S_{sr}/\sigma_{sr} = 0,80; S_{sr}/\sigma\Delta = 0,42; 0,674\sigma_{sr} = 123; \\ 0,674\sigma\Delta &= 236; \\ pH(0,674\sigma\Delta) &= 77 \%; pH(0,674\sigma_{sr}) = 67 \%; pH_{sr}(0,674\sigma_{sr}) = 51 \%; p\Delta t = 54 \%; \\ p\Delta t A_{HM} &= 62 \%. \end{aligned}$$

3. Расчеты допустимых погрешностей, применимости и качества методики прогнозов для участка Нижняя Тунгуска – Караул

$$\begin{aligned} H_{sr} &= 770 \text{ см}, H_{\max} = 1089 \text{ см}, H_{\min} = 538 \text{ см}, A_M = 551 \text{ см}, \\ S_{sr} &= 101; \sigma_{sr} = 115; \sigma\Delta = 170; S_{sr}/\sigma_{sr} = 0,89; S_{sr}/\sigma\Delta = 0,60; 0,674\sigma_{sr} = 77; \\ 0,674\sigma\Delta &= 114; \\ pH(0,674\sigma\Delta) &= 81 \%; pH(0,674\sigma_{sr}) = 58 \%; pH_{sr}(0,674\sigma_{sr}) = 55 \%; p\Delta t = 48 \%; \\ p\Delta t A_{HM} &= 58 \%. \end{aligned}$$

4. Расчеты допустимых погрешностей, применимости и качества методики прогнозов Нмакс для участка Подкаменная Тунгуска – Игарка

$$\begin{aligned} H_{sr} &= 1665 \text{ см}, H_{\max} = 2177 \text{ см}, H_{\min} = 960 \text{ см}, A_M = 1217 \text{ см}, \\ S_{sr} &= 163; \sigma_{sr} = 272; \sigma\Delta = 511; S_{sr}/\sigma_{sr} = 0,60; S_{sr}/\sigma\Delta = 0,32; 0,674\sigma_{sr} = 183; \\ 0,674\sigma\Delta &= 345; \\ pH(0,674\sigma\Delta) &= 97 \%; pH(0,674\sigma_{sr}) = 77 \%; pH_{sr}(0,674\sigma_{sr}) = 59 \%. \end{aligned}$$

5. Расчеты допустимых погрешностей, применимости и качества методики прогнозов для участка Подкаменная Тунгуска, Нижняя Тунгуска – Дудинка

$$\begin{aligned} H_{sr} &= 1331 \text{ см}, H_{\max} = 1914 \text{ см}, H_{\min} = 860 \text{ см}, A_M = 1054 \text{ см}, \\ S_{sr} &= 172; \sigma_{sr} = 219; \sigma\Delta = 341; S_{sr}/\sigma_{sr} = 0,79; S_{sr}/\sigma\Delta = 0,51; 0,674\sigma_{sr} = 148; \\ 0,674\sigma\Delta &= 230; \\ pH(0,674\sigma\Delta) &= 80 \%; pH(0,674\sigma_{sr}) = 63 \%; pH_{sr}(0,674\sigma_{sr}) = 49 \%; p\Delta t = 46 \%; p\Delta t \\ A_{HM} &= 43 \%. \end{aligned}$$

Условные обозначения:

H_{sr} – среднее значение максимального уровня половодья за имеющийся период наблюдений, см;

H_{\max} – наибольшее значение максимального уровня половодья за имеющийся период наблюдений, см;

H_{\min} – наименьшее значение максимального уровня половодья за имеющийся период наблюдений, см;

A_M – многолетняя амплитуда колебания максимального уровня половодья, см;

S_{sr} – средняя квадратическая погрешность поверочных прогнозов;

σ_{sr} – среднее квадратичное отклонение наблюдаемых величин от среднего значения данной зависимости;

$\sigma\Delta$ – среднее квадратичное отклонение изменения уровня воды за период заблаговременности прогноза от нормы этого изменения;

$S_{sr}/\sigma_{sr}, S_{sr}/\sigma\Delta, 0,674\sigma_{sr}, 0,674\sigma\Delta$ – соответствующие соотношения;

$pH(0,674\sigma\Delta)$ – обеспеченность метода расчета H_{max} при допустимой погрешности $0,674\sigma\Delta$, %;

$pH(0,674\sigma_{sr})$ – обеспеченность метода расчета H_{max} при допустимой погрешности $0,674\sigma_{sr}$, %;

$pH_{sr}(0,674\sigma_{sr})$ – природная обеспеченность метода расчета H_{max} при допустимой погрешности $0,674\sigma_{sr}$, %;

$p\Delta t$ – обеспеченность метода расчета даты наступления максимального уровня половодья [4];

$p\Delta t A_{HM}$ – обеспеченность метода расчета даты наступления максимального уровня половодья по допустимым отклонениям в пределах 20 % неполной многолетней амплитуды колебаний дат наступления максимальных уровней половодья.

V.P.ZIMICHEV

**THE SHORT-TERM FORECAST OF MAXIMUM LEVELS OF A HIGH WATER
ON CLOSING HYDROMETRIC GAUGE LINE, TO REGIONAL CONDITIONS
IN REAL TIME IN VIEW OF LAG OF TIME
(FOR MOUTH'S STATION YENISEI RIVER)**

The technology of recalculation of characteristics of maximum levels of the high water acting with SGN, in characteristics of the short-term forecast of maximum levels of a high water on closing hydrometric gauge line is developed. The Most effective result of forecasts gives the combined selection of empirical dependences on a miscellaneous initial gauge line. It also enables to increase earliness of the forecast. The received dependences are easily expressed in the simple analytical form that enables in the form accessible to any consumer, to offer the automated algorithm of calculation flood forecast characteristics.