

*Г.С. Арсеньев, Г.Н. Васильева*

**ОЦЕНИВАНИЕ МАКСИМАЛЬНОГО ПОЛОВОДНОГО  
ПРИТОКА К ГИДРОУЗЛАМ, РАСПОЛОЖЕННЫМ  
В КАСКАДЕ: ПРОБЛЕМЫ И РЕАЛЬНОСТЬ**

*G.S. Arsenyev, G.N. Vasilyev*

**ESTIMATION OF THE MAXIMUM FLOOD INFLOW  
TO CASCADE HYDROSYSTEMS: PROBLEMS AND REALITY**

*В работе дан анализ существующих методических подходов к определению паводочного притока к нижерасположенной в каскаде ступени на примере Енисейского каскада гидроузлов. Впервые для данного каскада ГЭС произведены расчеты объемов паводочных волн с исключением дождевых паводков на спаде половодья и их статистическая обработка. При этом парные коэффициенты корреляции между максимальными расходами и объемами повысились до значимых 0,7–0,8.*

*Ключевые слова: приток воды, каскад водохранилищ, половодье, максимальный сток, объем стока, суммарный приток, остаточный сток, паводочная волна.*

*In this paper, analysis of the existing methodologies of estimation of the river flood inflow to the lower level of the cascade hydrosystem is carried out for the case study of the Yenisei Hydropower Plant. For this cascade, the flood wave volume with filtered flash floods during the recession period was estimated and statistically analyzed. This approach allowed increasing the correlation coefficients between the maximum discharges and volumes up to statistically significant level (0,7–0,8).*

*Key words: water inflow, cascade of reservoirs, flood, high runoff, runoff volume, total inflow, residual runoff, flood wave.*

Несмотря на множество действующих и строящихся каскадно-расположенных гидроузлов на реках России, методика определения максимального притока к нижерасположенной в каскаде ступени разработана недостаточно. Трудности объясняются неопределенностью в распределении вероятностей превышений максимальных расходов воды между составляющими суммарный приток к нижерасположенному в каскаде гидроузлу.

Определение максимальных расходов воды для гидроузлов, расположенных в каскаде, регламентируется действующим нормативным документом СНиП 33-01-2003 [Гидротехнические сооружения. Основные положения..., 2004] следующим образом: на реках с каскадным расположением гидроузлов расчетные максимальные расходы воды для проектируемого гидроузла следует назначать с учетом его класса, но не ниже значений, равных сумме расходов пропускной способности вышерасположенного гидроузла и расчетных максимальных расходов боковой приточности на участке между гидроузлами, определяемых для основного и поверочного случаев в соответствии с классом создаваемого гидроузла.

Данное положение относится и к нижерасположенному действующему в каскаде гидроузлу.

Представим, что верхний и нижний гидроузлы отнесены к I классу сооружений, поэтому вероятность превышения максимальных расходов и объемов для поверочного случая принимается 0,01 % с гарантийной поправкой (г.п.). Вероятность превышения максимальных расходов и объемов боковой приточности на участке между ними в соответствии со СНиП принимается 0,01 % с г.п.

Математически, исходя из теории вероятностей, казалось бы, что если при определении притока ко второй ступени каскада принять одинаковую вероятность превышения притока к верхнему гидроузлу и боковой приточности между первым и вторым гидроузлами, например 0,01 %, то вероятность превышения суммарного притока ко второму гидроузлу может составить 0,00001 %.

Это справедливо при отсутствии корреляционной связи между составляющими суммарного притока к замыкающему створу. Поэтому в каждом конкретном случае необходимо производить расчет матриц парных коэффициентов корреляции между максимальными расходами и объемами в створах гидроузлов и боковой приточности между ними.

В настоящее время в проектной практике используются два способа определения проектного притока к каскаднорасположенным гидроузлам [Асарин, 1982; Арсеньев, 2005].

**1. Метод «остаточного объема»**, используемый в каскаде из двух гидроузлов, сооружения которых отнесены к одному и тому же классу. Метод сводится к реализации уравнения:

$$W_{2p} = W_{1p} + W_{б.пр\ p(1-2)},$$

где  $W_{2p}$  и  $W_{1p}$  – объемы стока за весенне-дождевой период (V–IX) в створах гидроузлов соответственно нижнего (2) и верхнего (1) нормативной вероятности превышения  $p$ ;  $W_{б.пр\ p(1-2)}$  – объем боковой приточности на участке 1–2 за тот же период неизвестной вероятности превышения  $p_{(1-2)}$ .

Зная  $W_{2p}$  и  $W_{1p}$ , определяют  $W_{б.пр\ p(1-2)}$  и по кривой распределения объемов стока боковой приточности (параметры которой предварительно рассчитаны) снимают  $p_{(1-2)}$ , соответствующую  $W_{б.пр}$ .

Обеспеченность максимальных расходов воды весеннего половодья и дождевых паводков принимается равной обеспеченности объемов стока за весенне-дождевой период.

Порядок расчета следующий:

1) По полному ряду наблюдений за стоком определяют статистические параметры (среднее значение,  $C_v$ ,  $C_s/C_v$ ) максимальных расходов весеннего половодья и дождевых паводков, а также объемов стока за весенне-дождевой период в створах верхнего (1) и нижнего (2) гидроузлов и боковой приточности между ними.

2) По разности объемов стока вероятностью превышения 0,01 % с гарантийной поправкой (для I класса сооружений) в створах 2 и 1 определяют так называемый *остаточный объем* и по кривой распределения объемов бокового притока – соответствующую ему расчетную обеспеченность (вероятность).

**2. Метод, разработанный специалистами Гидропроекта [Асарин, 1982]** и использованный для определения проектного притока к створу Средне-Енисейской ГЭС на р. Енисее в условиях регулирования стока р. Ангары Иркутским, Братским, Усть-Илимским и Богучанским водохранилищами, а стока Енисея – Красноярским водохранилищем. Построение гидрографов для всех участков каскада выполнялось по моделям многоводных половодий реальных лет – общих для всех ступеней с приведением к объему стока расчетной обеспеченности в замыкающем створе.

Ниже приведены расчеты вероятности превышения составляющих суммарного притока к замыкающему гидроузлу в каскаде на примере Енисейского каскада гидроэнергетических установок.

В состав Енисейского каскада входят (сверху вниз): Саяно-Шушенский гидроузел (в дальнейшем СШГЭС) с водохранилищем годичного регулирования стока; Майнский гидроузел, осуществляющий суточное регулирование, и Красноярский гидроузел (в дальнейшем КГЭС) с водохранилищем многолетнего регулирования стока. Регулирование половодий на р. Енисее производится Саяно-Шушенским и Красноярским водохранилищами.

Гидроузлы относятся к I классу сооружений. Водный режим р. Енисея на этом участке имеет типичные черты горных рек, для которых характерны затяжное весеннее половодье, сливающееся с летне-осенними паводками дождевого происхождения. Максимум половодья приходится на конец мая или июнь, затем начинается спад, прерываемый дождевыми паводками. Максимальные в году расходы формируются в период половодья. Летне-осенние паводки редко достигают пиков половодья [Ресурсы..., т. 16, 1973]. Так, за период совместных наблюдений с 1930 по 1988 г. только в трех случаях наибольшие летние расходы воды превысили весенние. Поэтому в работе уделяется внимание расчету вероятного половодного притока к ниже расположенному в каскаде створу КГЭС, а также вероятности превышения максимальных половодных расходов и объемов боковой приточности между СШГЭС и КГЭС.

Исходными гидрологическими данными послужили данные сетевых наблюдений за стоком и материалы Ленгидропроекта [3, 6, 7, 10].

Для реализации двух вышеуказанных способов определения вероятности превышения расходов и объемов половодья боковой приточности по полному ряду наблюдений за стоком р. Енисея были рассчитаны статистические параметры (среднее значение,  $C_v$ ,  $C_s/C_v$ ) объемов стока за весенне-дождевой период (V – IX) в створах СШГЭС и КГЭС, а также боковой приточности между ними. Результаты расчетов сведены в табл. 1.

По разности объемов стока вероятностью превышения 0,01 % с г.п. в створах КГЭС и СШГЭС определен остаточный объем (боковой приточности), равный 56,8 км<sup>3</sup>.

По табл. 1 расчетная обеспеченность его соответствует 0,01 %.

Таблица 1

Основные статистические характеристики объемов стока за весенне-дождевой период  
( $n$  – период наблюдений;  $W$  – средний за период объем стока, км<sup>3</sup>;  
 $W_p$  – максимальный объем вероятностью превышения, км<sup>3</sup>)

Створ	$n$	$W$	$C_v$	$C_s/C_v$	$W_p$		
					0,01 %г.п	0,01 %	0,1 %
СШГЭС	1903–2000	37,9	0,16	2	67,6	65,2	59,2
Боковая приточность	1903–1991	32,1	0,17	2	59,06	56,8	51,7
КГЭС	1903–1991	69,2	0,16	2	124,4	119,7	108,6

Для расчета вероятности превышения составляющих суммарного притока к створу Красноярского гидроузла вторым способом отбираем из ряда наблюдений модели самых многоводных лет – в данном случае 1936, 1941 и 1966 гг. Объем гидрографа половодно-дождевого периода в створе Красноярского гидроузла принимаем за 100 % и рассчитываем проценты естественного распределения стока между его составляющими. Затем объем стока нормируемой обеспеченности в створе Красноярского гидроузла, принимаемый также за 100 %, распределяем между его составляющими по ранее определенным процентам.

По табл. 1 определяем для полученных таким способом объем стока в створах СШГЭС и КГЭС и объем боковой приточности, а также расчетную их обеспеченность. Результаты проведенного анализа по моделям многоводных лет представлены в табл. 2.

Таблица 2

Распределение вероятностей превышения объемов весенне-дождевого периода между составляющими суммарного притока к створу Красноярского гидроузла по моделям многоводных лет ( $W$  – естественный объем, км<sup>3</sup> и % его распределения;  $W_p$  – величина обеспеченных объемов стока, км<sup>3</sup>;  $p$  – их расчетная обеспеченность, %)

Год	Створ	$W$	%	$W_p$	$P$ , %
1936	СШГЭС	51,9	53,1	66,1	между 0,01 и 0,01с г.п.
	Боковая приточность	45,8	46,9	58,3	между 0,01 и 0,01с г.п.
	КГЭС	97,7	100	124,4	0,01 с г.п.
1941	СШГЭС	48,9	52,3	65,1	0,01
	Боковая приточность	44,6	47,7	59,3	0,01 с г.п.
	КГЭС	93,5	100	124,4	0,01 с г.п.
1966	СШГЭС	54,5	53,4	66,4	между 0,01 и 0,01с г.п.
	Боковая приточность	47,5	46,6	58,0	между 0,01 и 0,01с г.п.
	КГЭС	102,0	100	124,4	0,01 с г.п.

Анализ таблицы показывает, что вероятность превышения объемов стока за период (V – IX) в створе СШГЭС и боковой приточности к створу КГЭС только в 1941 г. составила соответственно 0,01 % и 0,01 % с г.п., в остальные многоводные годы – больше 0,01 %, но меньше 0,01 % с г.п. С точки зрения безопасности гидротехнических сооружений лучше вероятность превышения объемов

весенне-дождевого периода в створе СШГЭС и боковой приточности принять соответствующей в створе КГЭС, т.е. 0,01% с г.п.

Это вполне возможно, учитывая высокие коэффициенты корреляции между обеспеченными расходами в створе СШГЭС и боковой приточности, боковой приточности и расходами в створе КГЭС, расходами в створах СШГЭС и КГЭС (см. табл. 3 и 4).

*Таблица 3*

**Матрица парных коэффициентов корреляции между объемами стока весенне-дождевого периода(V – IX) за ряд с 1908 по 1988 г.**

Створ	СШГЭС	Боковая приточность	КГЭС
СШГЭС	–	0,78	0,93
Боковая приточность	0,78	–	0,9
КГЭС	0,93	0,9	–

*Таблица 4*

**Матрица парных коэффициентов корреляции между максимальными расходами за совместный период с 1936 по 1977 г.**

Створ	СШГЭС	Боковая приточность	КГЭС
СШГЭС	–	0,80	0,91
Боковая приточность	0,80	–	0,94
КГЭС	0,91	0,94	–

Таким образом, второй способ дает повышенную вероятность превышения объемов и расходов весенне-дождевого периода для боковой приточности по сравнению с методом «остаточного объема». Делать какие-то окончательные выводы в отношении используемых способов преждевременно. Второй способ требует проверки для большего числа моделей многоводных лет.

Вероятность превышения максимальных половодных расходов воды при этом принимают равной вероятности превышения объемов за весенне-дождевой период. Это допустимо только при значительных коэффициентах корреляции (>0,7) между ними. Результаты расчетов, приведенные в табл. 5, показывают, что они ниже 0,7, что свидетельствует о некорректности принимаемого решения о равенстве вероятностей превышений объемов и мгновенных расходов воды.

*Таблица 5*

**Матрица парных коэффициентов корреляции между объемами за весенне-дождевой период (V–IX) и максимальными половодными расходами воды за период с 1936 по 1966 г.**

Створ	Коэффициенты корреляции между $W_{V-IX}$ и $Q_{max}$
СШГЭС	0,62
Боковая приточность	0,67
КГЭС	0,64

Для увеличения коэффициентов парной корреляции между максимальными половодными расходами и объемами нами впервые были выделены только объ-

емы половодной волны. Для этого по ежедневным расходам воды в створе СШГЭС и КГЭС за расчетный период с 1936 по 1966 г. были построены гидрографы стока за апрель–июль.

Следует заметить, что средний максимальный половодный расход в створе КГЭС за период с 1936 по 1966 г., равный 12 530 м<sup>3</sup>/с, близок к среднему максимальному расходу воды за период с 1903 по 1988 г. Кроме того, расчетный период содержит серию многоводных лет – 1936, 1937, 1941 и 1966 гг.

Путем тщательного анализа на гидрографах стока выделялась половодная волна. При этом дождевые паводки на спаде половодья исключались путем проведения кривых истощения [Самохин, 1980]. Затем производился подсчет объемов половодной волны с последующей статистической их обработкой. Результаты расчетов сведены в табл. 6.

Сложнее было выделить половодную волну боковой приточности между СШГЭС и КГЭС. Площадь бокового водосбора между гидроузлами составляет 108 000 км<sup>2</sup>. На этом участке слева на 126-м км от СШГЭС впадает р. Абакан с площадью водосбора 32 000 км<sup>2</sup> и справа р. Туба (на 159-м км от СШГЭС) с площадью водосбора 36 700 км<sup>2</sup>. Ежедневные расходы воды по р. Абакан имеют за период с 1953 по 1966 г, по р. Тубе – с 1942 по 1966 г. Освещенность боковой приточности составляет 64 %, т.е. достаточно высокая, по р. Абакан, из-за короткого ряда наблюдений, выпадает из рассмотрения. Остается р. Туба, площадь водосбора которой составляет 34 % от общей площади бокового притока. По ежедневным расходам воды р. Тубы в створе с. Бугуртак были рассчитаны объемы половодной волны с исключением по кривым истощения дождевых паводков на спаде половодья за период с 1942 по 1966 г. Результаты статистической их обработки приведены в табл. 6.

С некоторой погрешностью, исходя из баланса объемов половодной волны, по разности соответствующих объемов в створах КГЭС и СШГЭС были рассчитаны объемы половодной волны боковой приточности на участке СШГЭС и КГЭС за период с 1936 по 1966 г. Результаты статистической их обработки сведены в табл. 6.

Таблица 6

**Основные статистические характеристики объемов половодной волны**  
( $W$  – средний за период объем половодной волны, км<sup>3</sup>;  $W_p$  – максимальный объем вероятностного превышения, км<sup>3</sup>)

Створ	$n$	$W$	$C_v$	$C_s/C_v$	$W_p$		
					0,01 % с г.п	0,01 %	0,1 %
СШГЭС	1936–1966	25,003	0,210	2	51,886	48,006	43,255
Боковая приточность	1936–1966	28,721	0,265	2	70,999	68,069	59,596
р. Туба–с. Бугуртак	1942–1966	13,962	0,212	2	29,267	26,807	24,154
КГЭС	1936–1966	51,098	0,267	2	128,64	117,27	103,09

Сопоставив объемы половодной волны с объемами весенне-дождевого периода (IV – IX) (см. табл. 1), можно видеть, что объемы половодной волны в створах СШГЭС и КГЭС составляют соответственно 66,89 и 74 % от объемов за период по сентябрь включительно.

Матрица парных коэффициентов корреляции между объемами половодной волны дана в табл. 7.

*Таблица 7*

**Матрица парных коэффициентов корреляции за период с 1936 по 1966 г.**

Створ	СШГЭС	Боковая приточность	р. Туба – с. Бугуртак	КГЭС
Боковая приточность	0,62	–	–	0,95
р. Туба-с. Бугуртак	0,84	–	–	0,81
КГЭС	0,75	0,95	0,81	–

Из таблицы видно, что коэффициенты корреляции между объемами половодной волны в створах СШГЭС и КГЭС и р. Тубы достаточно высоки. Как и ожидалось, низким оказался коэффициент корреляции между объемами половодной волны в створе СШГЭС и боковой приточности, рассчитанной по разности соответствующих объемов в створе КГЭС и СШГЭС. При этом следует учитывать высокий коэффициент корреляции между объемами половодной волны в створе СШГЭС и бокового притока р. Тубы. Это еще раз показывает, что расчет объемов половодной волны следует производить по гидрографам стока.

При переходе от объемов весенне-дождевого периода к объемам половодной волны значительно увеличились коэффициенты корреляции между последними и максимальными половодными расходами воды (табл. 8).

*Таблица 8*

**Коэффициенты корреляции между максимальными расходами и объемами половодной волны**

Створ	<i>r</i>
Боковая приточность	0,67
р. Туба–с. Бугуртак	0,79
КГЭС	0,79

Сниженный коэффициент корреляции между расходами и объемами боковой приточности объясняется тем, что объемы половодной волны рассчитаны не по ежедневным расходам бокового притока.

Из табл. 6 видно, что при принятии вероятности превышения половодной волны в створах Саяно-Шушенской и Красноярской ГЭС 0,01 % с гарантийной поправкой «остаточный» объем, т.е. объем половодной волны боковой приточности, также соответствует 0,01 % с гарантийной поправкой.

Для расчета вероятности превышения составляющих вторым способом суммарный приток к створу Красноярского гидроузла отбираем из ряда наблюдений модели самых многоводных лет – в данном случае 1936, 1937, 1941, 1951, 1959, 1962, 1965, 1966 гг. Объем половодной волны в створе КГЭС принимаем

за 100 %, и рассчитываем проценты естественного распределения стока между его составляющими. Затем объем половодной волны нормируемой обеспеченности в створе КГЭС, принимаемый также за 100 %, распределяем между его составляющими, исходя из ранее определенного естественного процента распределения.

По табл. 6 определяем для полученных таким способом объемов стока в створах Саяно-Шушенской ГЭС, Красноярской ГЭС и боковой приточности расчетную их обеспеченность. Результаты проведенного анализа по моделям многолетних лет представлены в табл. 9.

Таблица 9

**Распределение вероятностей превышения объемов половодного периода между составляющими суммарного притока к створу Красноярского гидроузла по моделям многолетних лет ( $W$  – естественный объем, км<sup>3</sup> и % его распределения;  $W_p$  – величина обеспеченных объемов стока, км<sup>3</sup>;  $p$  – их расчетная обеспеченность, %)**

Год	Створ	$W$	%	$W_p$	$p$
1936	СШГЭС	35,47	47,6	61,2	0,01 с г.п.
	Боковая приточность	39,038	52,4	67,4	0,01
	р. Туба–с. Бугуртак	–	–	–	–
	КГЭС	74,508	100	128,64	0,01 с г.п.
1937	СШГЭС	22,809	54,32	69,75	0,01 с г.п.
	Боковая приточность	19,183	45,68	58,76	0,1
	р. Туба–с. Бугуртак	–	–	–	–
	КГЭС	41,992	100	128,641	0,01 с г.п.
1941	СШГЭС	34,01	44,89	57,75	0,01 с г.п.
	Боковая приточность	41,75	55,11	70,89	0,01 с г.п.
	р. Туба–с. Бугуртак	–	–	–	–
	КГЭС	75,76	100	128,64	0,01 с г.п.
1951	СШГЭС	22,22	44,25	56,92	0,01 с г.п.
	Боковая приточность	27,92	55,75	71,72	0,01 с г.п.
	р. Туба–с. Бугуртак	15,146	30,16	38,8	0,01 с г.п.
	КГЭС	50,21	100	128,64	0,01 с г.п.
1959	СШГЭС	31,111	51,58	66,35	0,01 с г.п.
	Боковая приточность	29,205	48,42	62,29	0,1
	р. Туба–с. Бугуртак	17,898	29,67	34,31	0,01 с г.п.
	КГЭС	60,316	100	128,64	0,01 с г.п.
1962	СШГЭС	24,212	56,12	72,19	0,1 с г.п.
	Боковая приточность	18,929	43,88	56,45	0,1
	р. Туба–с. Бугуртак	13,971	32,38	41,65	0,01 с г.п.
	КГЭС	43,14	100	128,64	0,01 с г.п.
1965	СШГЭС	22,43	43,93	56,51	0,01 с г.п.
	Боковая приточность	28,623	56,07	72,13	0,01 с г.п.
	р. Туба–с. Бугуртак	14,672	28,73	36,96	0,01 с г.п.
	КГЭС	51,063	100	128,64	0,01 с г.п.
1966	СШГЭС	37,96	43,49	55,94	0,01 с г.п.
	Боковая приточность	49,334	56,51	72,69	0,01 с г.п.
	р. Туба–с. Бугуртак	22,826	26,15	33,64	0,01 с г.п.
	КГЭС	87,292	100	128,64	0,01 с г.п.

Анализ таблицы показывает, что вероятность превышения объемов весеннего половодья Саяно-Шушенской ГЭС и боковой приточности, составляющих суммарный приток к Красноярской ГЭС, близок к 0,01 % с гарантийной поправкой, т.е. соответствующий в створе Красноярской ГЭС. Это вполне возможно, учитывая высокие коэффициенты корреляции между объемами и расходами в рассматриваемых створах (см. табл. 8). Вероятность превышения максимальных расходов половодной волны принимается также 0,01 % с гарантийной поправкой при значимых коэффициентах корреляции между расходами и объемами половодной волны.

Таким образом, первый и второй способы дают одинаковую вероятность превышения объемов и расходов половодной волны боковой приточности.

Следует заметить, что в дальнейшем необходимо уточнить объемы половодной волны боковой приточности по восстановленным ежедневным расходам воды. Однако это не повлияет на выводы работы.

Техника дальнейших расчетов простая. По моделям многоводных половодий и действующим нормативам рассчитывают и строят гидрографы половодий в створе Саяно-Шушенской ГЭС и боковой приточности расчетной обеспеченностью 0,01 % с гарантийной поправкой. Затем трансформируют построенные гидрографы половодий в створе Саяно-Шушенской ГЭС. Суммируя гидрографы сбросных расходов в створе Саяно-Шушенской ГЭС с гидрографом боковой приточности, получают гидрограф притока к створу Красноярской ГЭС. Рассчитанные гидрографы притока к створу Красноярской ГЭС по трем моделям многоводных лет трансформируют по принятым диспетчерским правилам пропуска расчетных половодий. В качестве расчетной принимают ту модель, по которой определяется наибольший форсированный уровень водохранилища.

## **Выводы**

Вероятность превышения объемов и расходов половодной волны боковой приточности между Саяно-Шушенской и Красноярской ГЭС может соответствовать нормируемой в створе Красноярской ГЭС, т.е. 0,01 % с гарантийной поправкой для поверочного случая. Это возможно при значимых  $> 0,7$  коэффициентах корреляции между объемами и расходами половодной волны в створах Саяно-Шушенской ГЭС и Красноярской ГЭС и боковой приточности между ними, полученных в работе только для объемов половодной волны с исключением дождевых паводков на спаде половодья.

## **Литература**

1. *Арсеньев Г.С.* Основы управления гидрологическими процессами: водные ресурсы. – СПб.: изд. РГГМУ, 2005.
2. *Асарин А.Е., Цейтлин Б.С., Джейбо Л.Я., Львова М.Н.* Методика определения максимального половодного притока к Средне-Енисейской ГЭС // Гидротехническое строительство, 1982.

3. Гидрологический ежегодник. Т. 7. Вып. 0, 1, 5–8. Бассейн Карского моря за 1955–1980 гг. Т. I, вып. 12. Бассейн Карского моря за 1981–1988 гг. – Л.: Гидрометеоздат, 1955 – 1988.
4. Гидротехнические сооружения. Основные положения. СНиП 33-01-2003. Издание официальное. Государственный комитет Российской Федерации по жилищной и строительной политике (ГОССТРОЙ РОССИИ). – М., 2004.
5. *Дружинин В.С., Сикан А.В.* Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. – СПб.: изд. РГГМУ, 2001.
6. Красноярская ГЭС на р. Енисее. Основные положения правил эксплуатации водохранилища Красноярской ГЭС. Гидрологическая характеристика. Институт Гидропроект. Ленинградское отделение. 1988.
7. Основные гидрологические характеристики. Т. 16, вып.1. Бассейн Енисея (без Ангара). – Л.: Гидрометеоздат, 1975, 1978.
8. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 16. Ангаро-Енисейский район. Вып. 1. Енисей. – Л.: Гидрометеоздат, 1973.
9. *Самохин А.А., Соловьева Н.Н., Догановский А.М.* Практикум по гидрологии – Л.: Гидрометеоздат, 1980.
10. Саяно-Шушенский гидрологический комплекс на р. Енисее. Гидрологические характеристики зоны влияния гидроузлов. Институт Гидропроект. Ленинградское отделение, 1988.
11. СП 33-101-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик». – М., 2004.