

МЕЛИОРАЦИЯ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

УДК 627.83

Сулейманов И.А-Г., Рагимова А.С.

МОДЕЛЬ МАЛОГО ГОРНОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Suleymanov I. A-G., Ragimova A.S.

THE MODEL OF SMALL MOUNTAIN RESERVOIR

В данной статье представлена «модель горного водохранилища», с помощью которой разработана методика расчета объемов воды топографически малоизученных лож водохранилищ. На основе изучения параметров существующих малых горных водохранилищ, их профилей и форм выведен безразмерный «коэффициент относительной ширины водохранилища».

Ключевые слова: модель малого горного водохранилища, малое водохранилище, реки Дагестана, метод аналогий, коэффициент относительной ширины водохранилища.

In the article of «The model of small mountain reservoir» with help of work out method of account of water volume of topographic explored reservoir. On the base of the studies of small mountain reservoir, profiles and form lead out dimensionless «relative complexity factor of width reservoir».

Key words: the model of small mountain reservoir, law reservoir, Daghestan river, analog method, relative complexity factor of width reservoir.

Введение. Для определения объемов воды в малоизученных малых водохранилищах горных регионов необходимы массовые экспедиции изыскательских партий и большие финансовые расходы.

В литературных источниках даются квалификационные характеристики водохранилищ по их глубине, площади зеркала, объему, высотному положению и описываются типизации по конфигурации (характеристики описательного типа) [1.2.3]. Это касается в основном больших или малых водохранилищ на равнинных реках. Однако в этих и других источниках не даются какие - либо геометрические модели формы водохранилищ, которые в определенных условиях (равнинные, среднегорные, горные и т.д.) позволили бы приближенно, количественно оценить объемы водохранилищ на речной сети в отдельных регионах.

Постановка задачи.

Разработка единой модели горного водохранилища для определения объемов воды в малоизученных водохранилищах горных регионов.

Результаты исследований.

Учитывая многообразие форм водохранилищ в поперечных сечениях и в плане, взять за основу какую - либо из реальных форм для моделирования всех остальных водохранилищ малой речной сети практически невозможно. Например, поперечные сечения водохранилищ в горах и в предгорье могут быть любых очертаний: от правильных геометрических фигур до произвольных. Причем поперечные сечения могут меняться по длине водохранилищ.

В плане водохранилища также могут иметь любую конфигурацию: узкая и вытянутая; извилистая с многочисленными рукавами; широкая с отмелями и т.д.

Для разработки единой модели горного водохранилища были рассмотрены несколько вариантов «правильных» геометрических фигур, три из которых показаны на

рисунке 1: *a* – коническое, прямоугольного поперечного сечения; *б* – коническое, треугольного сечения и *в* – призматическое, прямоугольного сечения. Для любого из этих моделей известными величинами являются глубины водохранилищ у створов (H_1) и средние длины водохранилищ. Однако этих данных для определения объемов водохранилищ не хватает, поэтому прямое решение задачи невозможно.

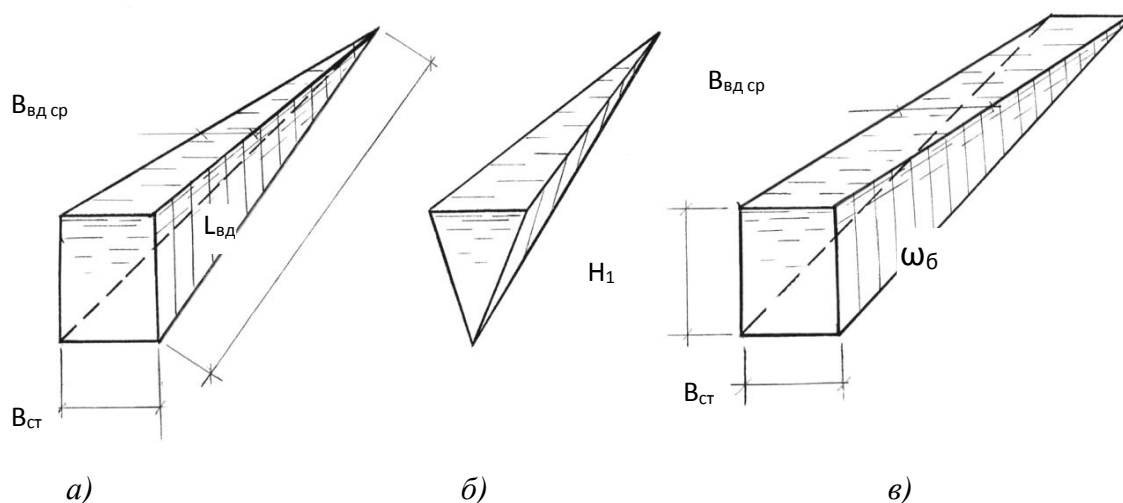


Рисунок 1 - Рассматриваемые формы моделей малых водохранилищ

Учитывая вышеизложенное, для разработки единой модели и решения задачи «определения объемов водохранилищ на малых реках» в рамках моделей рисунка 1 (*a*, *б*, *в*) был применен метод аналогий, исходящий от уже известных параметров существующих водохранилищ или известным параметром спроектированных. Основными из этих параметров являются: глубина водохранилища у створа (H_1), длина водохранилища ($L_{вд}$) и полный объем водохранилища ($W_{пол}$) при НПУ.

Зная полный объем водохранилища, при постоянных значениях H_1 и $L_{вд}$ становится возможным манипулирование геометрическими моделями, с целью определения других необходимых параметров, например – средней ширины водохранилища ($B_{ср.в}$). Рассмотрение вариантов (*a*, *б* и *в*) моделей показало, что наиболее простой и понятной является вариант *в* – призматический, с прямоугольным сечением.

Варианты моделей *a*) и *б*) рис. 1 дают более сложные формулы определения $B_{вд.ср}$ и полного объема $W_{пол}$ при тех же значениях $L_{вд}$ и H_1 , при этом, объемы водохранилищ, исходящие из метода аналогов, должны быть одинаковы во всех трех случаях. В вариантах *a*) и *б*) ширина створа всегда будет больше средней ширины водохранилища ($B_{ст} > B_{вд.ср}$), что маловероятно. В результате за основной принята модель рис. 1., *в*.

На рисунке 2 показана схема перехода от водохранилища произвольной формы к принятой расчетной модели. При этом полученные расчетным путем величины $B_{вд.ср}$ могут быть больше, меньше или равны реальной средней ширине створа $B_{ст.ср}$. На рис. 2 средняя ширина водохранилища больше средней ширины створа, т.е. $B_{вд.ср} > B_{ст.ср}$. Как указывалось выше, могут быть случаи, когда $B_{вд.ср} < B_{ст.ср}$ и $B_{вд.ср} = B_{ст.ср}$.

В моделях *a*) и *б*) рис. 1, при одном и том же объеме водохранилища и прочих равных условиях средняя ширина водохранилища $B_{вд.ср}$ всегда будет меньше средней ширины створов $B_{ст.ср}$, т. е. $B_{вд.ср} < B_{ст.ср}$, что менее справедливо для случаев реальных водохранилищ. Эти выкладки подтверждаются расчетными зависимостями при работе над моделями *a*) и *б*) рис.1.

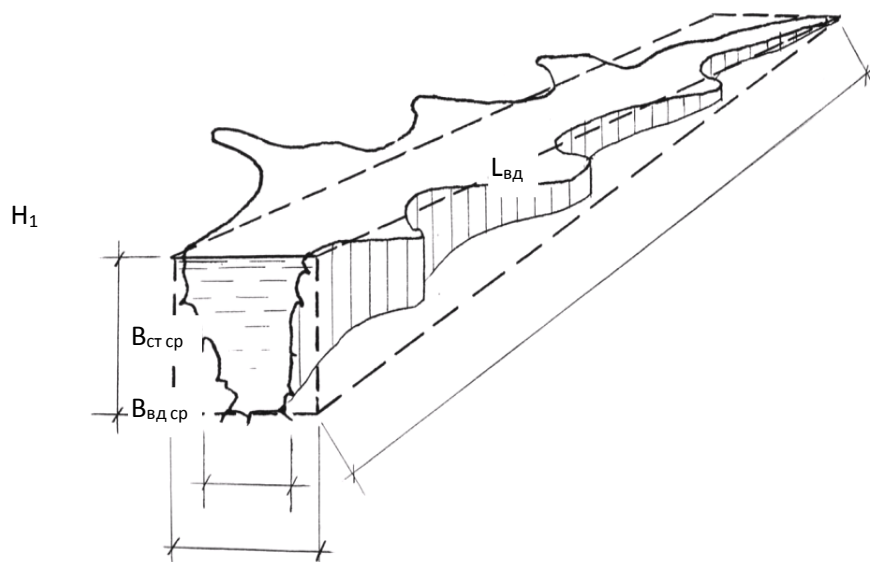


Рисунок 2 - Схема перехода от водохранилища произвольной формы к основной расчетной модели (к модели *в*, рис.1)

Для окончательно выбранной модели простота метода расчета заключается в том, что:

1. Площадь сечения боковой проекции водохранилища на вертикаль равна

$$\omega_6 = H_1 L_{вд} / 2, \text{ м}^2 \quad (1)$$

2. Полный объем водохранилища равен

$$W_{пол} = \omega_6 \cdot B_{вд.ср}, \text{ м}^3 \quad (2)$$

В этой модели неизвестными параметрами являются $W_{пол}$ и $B_{вд.ср}$. В такой постановке определение объемов водохранилищ невозможно.

Учитывая это, и был применен метод аналогий, когда одна из неизвестных в формуле (2) величин – $B_{вд.ср}$, определяется на основе реальных водохранилищ (существующих, строящихся и запроектированных) с известными значениями H_1 , $L_{вд}$ и $W_{пол}$.

Для этого вводится безразмерный параметр «относительной ширины водохранилища» - $\eta_{вд}$, это отношение средней ширины водохранилища $B_{вд.ср}$ к глубине водохранилища у створа H_1 , т.е.

$$\eta_{вд} = \frac{B_{вд.ср}}{H_1} \quad (3)$$

С целью определения среднего значения «коэффициента относительной ширины» для определенного горного региона (Дагестана) были изучены данные по известным (построенным, строящимся и спроектированным) малым горным водохранилищам. Во

всем диапазоне высот гор, при среднегодовых расходах соответствующих малым и мельчайшим рекам. Через известные данные об этих водохранилищах ($W_{пол}$, H_1 , $L_{вод}$) были определены проекции площадей водохранилищ ω_6 и средние размеры ширины водохранилищ

$$B_{вод.ср} = W_{пол}/\omega_6, \text{ м} \quad (4)$$

После определения $B_{вод.ср}$ были рассчитаны «коэффициенты относительной ширины» по формуле (3). Исходные и расчетные данные по известным случаям водохранилищ Дагестана внесены в таблицу 1. В эту же таблицу внесены данные об абсолютных отметках НПУ (по Балтийской системе), средним уклонам дна рек (и водохранилищ) среднегодовые расходы рек в рассматриваемых створах. Это сделано для оценки влияния на величины $\eta_{вод}$ этих данных.

Данные таблицы 1 показывают, что наименьшие (0,8) и наибольшие (6,6 и 5,0) значения коэффициента $\eta_{вод}$ получаются как в предгорье, так и в горной зоне. В некоторых случаях на величину $\eta_{вод}$ серьезное влияние оказывает устанавливаемая по топографическим и народнохозяйственным значениям глубина водохранилища у створа – H_1 .

По 10 известным случаям водохранилищ на малых и мельчайших реках Дагестана (таблица 1) среднее значение коэффициента относительной ширины водохранилища получилось равным $\eta_{вод} = 2,7$.

Для сравнения с вышеприведенным значением коэффициента $\eta_{вод}$ для малых водохранилищ были проведены аналогичные расчеты по известным водохранилищам Дагестана на больших реках (таблица 1).

Расположение этих водохранилищ в высотном диапазоне колеблется от 156 до 1000 метров, средние уклоны дна водохранилищ от 0,0037 до 0,018 (т.е. значительно меньше, чем водохранилищ на малых реках), а H_1 имеют значения от 50 до 200 метров. Несмотря на различия в этих и других параметрах водохранилищ, коэффициенты $\eta_{вод}$ для больших водохранилищ изменяются в пределах от 2,2 до 5,0, т.е. примерно в 2,3 раза. При этом средняя величина коэффициента $\eta_{вод}$ для всех пяти случаев равна 3,2, т.е. практически равна среднему коэффициенту $\eta_{вод}$ 7-ми первых случаев водохранилищ верхней части таблицы 1 (по малым водохранилищам), соответствующих примерно тому же диапазону по высоте.

Это укрепляет во мнении, что разброс величин $\eta_{вод}$ в одном и том же регионе гор (например, Дагестан) будет не столь велик независимо от величины реки (большой или малой), хотя тенденция к уменьшению значений $\eta_{вод}$ для водохранилищ на малых реках с увеличением высоты гор существует.

Малые значения $\eta_{вод}$ в таблице 1 по предгорной зоне объясняются еще и тем, что выбор водохранилищ в этой зоне приурочивался к узким створам на реках.

Для сравнения с полученными выше результатами были определены коэффициенты $\eta_{вод}$ для водохранилищ на больших равнинных реках Европейской части страны и на Сибирских реках в условиях среднегорья. Результаты расчетов приведены в таблице 2.

Они показывают, что для равнинных рек Европейской части страны коэффициент $\eta_{вод}$ меняется от 99 до 467, а для Сибирских рек в условиях среднегорья от 19 до 63.

При учете большого количества водохранилищ в этих регионах произойдет расширение диапазона величин $\eta_{вод}$ в обе стороны.

Таблица 1 - Определение коэффициентов относительной ширины малых водохранилищ в разных высотных диапазонах гор Дагестана

п.п	Отметка НПУ	Ср. уклон $i_{ср}$	Среднегодовой расход $Q_{ср}$, $м^3/с$	$H1$, м	$L_{вд}$, м	$W_{пол}$, тыс. $м^3$	ω_6 , $м^2$	$Ввд.ср$	Коэффициент ширины водоохран. $\eta_{вд}$	Река и место створа
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Водохранилища на малых и мельчайших реках Дагестана										
1	160,0	0,013	0,16	25	2000	1950	25000	78	3.1	Ачи-су у п. Ачи-су
2	200,0	0,015	4,21	35	2230	2700	40780	66	1.9	Манас-Озень у с. Карабудахкент
3	240,0	0,020	0,03	8	400	84	1600	53	6.6	Шауденек у с. Карабудахкент
4	450,0	0,025	0,40	18	720	90	6480	14	0.8	Карчаг-су У с. Зизик
5	1100,0	0,072	0,18	4	56	1	113	8,8	2.2	Салтынка у с. Салта
6	1140,0	0,013	1,89	30	2310	2770	34650	80	2.7	Акуша у с. Аметерк
7	1180,0	0,034	0,32	4,1	120	5	246	20,3	5.0	Накхер у с. Леваши
8	1560,0	0,125	0,04	5,0	40	0,4	100	4,0	0.8	Мугинка У с. Муги
9	1730,0	0,030	0,72	26	870	352,9	11310	31,2	1.2	Улучай у с.Кунки
10	1820,0	0,041	3,83	45	1100	3020	24750	122	2.7	Ценарок выше с. Тлянада
Водохранилища на больших реках Дагестана										
1	156,0	0,0037	175,0	60,4	15000	47000	281250	146	2,4	Миатлинское водохранилище
2	355,0	0,0037	175,0	200	40000	2780000	4100000	678	3,3	Чиркейское водохранилище
3	547,0	0,004	120,0	100	25000	700000	1400000	500	5,0	Ирганайское водохранилище
4	858,0	0,013	19,20	50,0	3800	10580	86200	111	2,2	Кара-Койсу Гунибский гидроузел
5	1000,0	0,018	14,81	50,0	2800	10500	70000	150	3,0	Казикумухское Койсу выше с. Ташкапур

Таблица 2 - Примеры коэффициентов относительной ширины водохранилищ на больших реках Европейской части страны и Сибири

Названия водохранилища и реки	H1, м	Lвх, км	Wпол, млрд. м ³	ωб млн. м ²	Vср, м	η _{вод}
1	2	3	4	5	6	7
Водохранилища на больших реках Европейской части России и Украины						
Воткинское, р. Кама	23	360	9,4	4,14	2271	99
Горьковское, р. Волга	17	430	8,8	3,655	2408	142
Куйбышевское, р. Волга	29	650	58,0	9,425	6154	212
Волгоградское, р. Волга	27	540	31,4	7,29	4307,3	160
Цимлянское, р. Дон	26	360	23,9	4,680	5107	196
Киевское, р. Днепр	12	110	3,7	0,660	5606	467
Водохранилища в Сибири в условиях Среднегорья						
Бурейская, р. Буря	124	150	22,5	9,300	2419	19,5
Бухтарминская, р. Иртыш	67	350	49,6	11,725	4230	63
Вилуйское, р. Вилуй	68	470	35,9	15,980	2247	33
Красноярское, р. Енисей	100	390	73,3	19,500	3759	38

Заключение

Получены данные по определению суммарного объема воды во всех реально возможных водохранилищах на малой речной сети Дагестана. Применяя полученную среднюю величину «коэффициента относительной ширины водохранилища» по определенному горному региону, можно приближенно определять объемы водохранилищ на малых горных реках этих регионов (на основе параметра аналога $\eta_{вод}$).

Библиографический список:

1. Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шарапов В.А. «Водохранилища». Природа мира. М., Мысль, 1987, 325с.
2. Авакян А.Б., Шарапов В.А. «Водохранилища гидроэлектростанций СССР». Природа мира. М., 1977.
3. Фортунов М.А. «Типизация и группировка Водохранилищ различного хозяйственного назначения». Материалы межвузовской научной конференции по вопросам изучения влияния водохранилищ на природу и хозяйство окружающих территорий. Калинин, 1970.