

УДК 910.3:556 (477.75)

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ РАЗМЕРНОСТЕЙ ДЛЯ ОБОБЩЕНИЯ НАИБОЛЬШИХ СРОЧНЫХ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ

Тимченко З.В.

На основании теории размерностей получены критерии, которые позволили обобщить данные по наибольшим срочным максимальным расходам воды дождевых паводков холодного и тёплого периодов года на реках западной части северного макросклопа Крымских гор

Ключевые слова: срочный максимальный расход, теория размерностей, корреляционно-регрессионный анализ, индекс корреляции

Срочные максимальные расходы воды на реках вызываются дождевыми паводками. Их учёт имеет важное практическое значение для определения размеров водопропускных устройств железнодорожных и автодорожных магистралей, водохранилищ, прудов и гидротехнических сооружений. В связи с отсутствием на многих реках гидрологических наблюдений необходимы соотношения для расчёта наибольших срочных максимальных расходов в этих условиях. При отсутствии гидрологических наблюдений в [1] предложена система эмпирических соотношений, не относящихся, в частности, к рекам Крыма. В работе [2] предлагается обобщать экспериментальные данные в виде зависимости модуля стока от площади водосборного бассейна F :

$$M_{\text{макс}} = V/(F + 1)^n,$$

где V и n – эмпирические величины.

В работе [3] для рек Крыма получены расчётные соотношения в указанном выше виде отдельно для холодного и тёплого периодов. Вместе с тем в работе [2] справедливо отмечается, что обобщение только по площади водосбора не может привести к положительным результатам. В связи с этим предлагается определить параметры обобщения с использованием теории размерностей.

Определим характерные параметр и их размерность: $Q_{\text{макс}}$ – наибольший срочный максимальный расход, $\text{м}^3/\text{с}$; $\tau_{\text{п}}$ – продолжительность подъёма паводка (время добегаания), с ; F – площадь водосбора участка реки, м^2 ; L – длина участка реки, м ; H – падение участка реки, м .

В качестве параметров с независимой размерностью выберем $\tau_{\text{п}}$ (с) и L (м). Тогда исходное выражение для комплексов (критериев) запишется в виде

$$K_1 = Q_{\text{макс}} / \tau_{\text{п}}^{\alpha} L^{\beta};$$

$$K_2 = F / \tau_{\text{п}}^{\gamma} L^{\delta};$$

$$K_3 = H / \tau_{\text{п}}^{\epsilon} L^{\zeta}.$$

Показатели степеней определяются из условия безразмерности комплексов:

$$K_1 = Q_{\text{макс}} \cdot \tau_{\text{п}} / L^3;$$

$$K_2 = F / L^2;$$

$$K_3 = H / L.$$

Разделим комплекс K_1 на K_3^3 и получим вместо комплекса K_1 комплекс

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ РАЗМЕРНОСТЕЙ ДЛЯ ОБОБЩЕНИЯ НАИБОЛЬШИХ ...

$$K_4 = Q_{\text{макс}} \cdot \tau_{\text{п}} / H^3.$$

Критериальную функциональную связь между комплексами можно записать в виде

$$Q_{\text{макс}} \cdot \tau_{\text{п}} / H^3 = f(F / L^2, H / L).$$

В комплексах будем использовать принятую в практике размерность: $Q_{\text{макс}}$ - м³/с; $\tau_{\text{п}}$ - сутки; F - км²; L - км; $i = H/L$ - м/км.

В Государственном водном кадастре [4 -7] приведены данные по $Q_{\text{макс}}$ для 24-х гидропостов на реках северо-западных склонов Главной гряды Крымских гор. Обработка этих данных показала общность значений $Q_{\text{макс}}$ для 15-ти гидропостов участков рек, ограниченных средним уклоном $i < 25$ м/км и относительной длиной участка реки $L/L_p > 0,12$ (L_p – длина реки). Ограничения связаны с тем, что вблизи источника основное влияние на паводок оказывают не характеристики водосбора, а сам карстовый источник.

Данные указанных 15-ти рек для холодного и тёплого периодов приведены в табл.

Таблица

Исходные данные для обобщения

Река-пост	F, км ²	L, км	H, м	i, м/км	F/L ²	Q _{макс} , м ³ /с	τ _п , сут.	(Q _{макс} τ _п / H ³) · 10 ⁶
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Холодный период								
Чёрная – у горы Кизил-Кая	197	9	113	12,5	2,43	185	15 час.	80,1
Чёрная – Чернореченское	342	24	274	11,4	0,594	105	2	10,2
Бельбек – Куйбышево	270	20	238	11,9	0,675	105	1	7,79
Бельбек – Фруктовое	493	49	358	7,3	0,205	81,5	2	3,55
Кача – Загорское	110	13	309	23,8	0,651	27,1	2	1,84
Кача – Баштановка	321	28	459	16,4	0,409	103	15	15,98
Кача – Суворово	525	54	589	10,9	0,180	120	7	4,11
Марта – Верхоречье	76	19	382	20,1	0,210	24,4	2	0,87
Альма - выше Партизанского	184	24	350	14,6	0,319	45,5	2	2,12
Альма - Карагач	249	31	388	12,5	0,259	78,6	5 час.	0,28
Альма – Почтовое	300	37	451	12,2	0,219	53,4	4	2,33
Альма – Почтовое	374	41	472	11,5	0,22	48,2	1	0,456

ТИМЧЕНКО З.В.

Альма – Красноармейское	607	65	610	9,4	0,144	75,3	10	3,32
Альма – Песчаное	633	78	632	8,1	0,104	53,2	3	0,632
Бодрак – Трудолобовка	44	10	146	14,6	0,440	5,4	2	3,47
Тёплый период								
Чёрная – у горы Кизил-Кая	197	9	113	12,5	2,43	160	2	221,8
Чёрная – Чернореченское	342	24	274	11,4	0,594	105	1	5,1
Бельбек – Куйбышево	270	20	238	11,9	0,675	218	2	32,3
Бельбек – Фруктовое	493	49	358	7,3	0,205	137	14	41,8
Кача – Загорское	110	13	309	23,8	0,651	63,4	8	17,2
Кача – Бапгановка	321	28	459	16,4	0,409	189	8	15,64
Кача – Суворово	525	54	589	10,9	0,180	153	1	0,75
Марга – Верхоречье	76	19	382	20,1	0,210	18,3	2	0,66
Альма - выспе Партизанского	184	24	350	14,6	0,319	165	3	11,55
Альма - Карагач	249	31	388	12,5	0,259	69,7	4	4,77
Альма – Почтовое	300	37	451	12,2	0,219	57,6	6	3,77
Альма – Почтовое	374	41	472	11,5	0,22	68,5	2	1,3
Альма – Красноармейское	607	65	610	9,4	0,144	52,9	6	1,4
Альма – Песчаное	633	78	632	8,1	0,104	166	4	2,63
Бодрак – Трудолобовка	44	10	146	14,6	0,440	7,56	3	7,3

Из табл. 1 и табл. 2 следует, что параметры указанных 15-ти рек охватывают широкий диапазон изменения: $F = 44 - 633 \text{ км}^2$; $L = 9 - 78 \text{ км}$; $i = 8,1 - 23,8 \text{ м/км}$.

В результате корреляционно-регрессионного анализа в критериальном виде получены связи с индексами корреляции 0,977 и 0,974:

- холодный период

$$(Q_{\text{макс}} \tau_{\text{п}} / H^3) \cdot 10^6 = 21,5 (F / L^2)^{1,5}; \quad (1)$$

- тёплый период:

$$(Q_{\text{макс}} \tau_{\text{п}} / H^3) \cdot 10^6 = 58,6 (F / L^2)^{1,5}. \quad (2)$$

В соотношения (1) и (2) в явном виде не входит уклон участка реки i , но

приведено ограничение $i < 25$ м/км.

Можно предположить, что предложенные критерии носят общий характер.

ВЫВОДЫ:

1. На основании теории размерностей получены критерии, определяющие наибольший максимальный срочный расход дождевых паводков.

2. Для рек западной части северного макросклона Главной гряды получены зависимости с индексами корреляции 0,977 и 0,974 для критерия, включающего наибольший максимальный срочный расход холодного и тёплого периодов, от других критериев.

Список литературы:

1. Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик. - Л.: «Гидрометеиздат», 1984. - 448 с.
2. Соколовский Д.Л. Речной сток. - Ленинград: ГМИ, 1952. - 492 с.
3. Ресурсы поверхностных вод. - Т. 6. - Украина и Молдавия. - Вып. 4. - Крым. - Л.: ГМИ, 1966. - 344 с.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. - Т. 6. - Украина и Молдавия. - Вып. 3. - Крым и Приазовье // Под ред. М.М. Айзенберга. - Л.: ГМИ, 1964. - 244 с.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. - Т. 6. - Украина и Молдавия. - Вып. 4. - Крым (за 1963–1970 гг. и весь период наблюдений) // Под ред. М.И. Цукановой. - Л.: ГМИ, 1975. - 148 с.
6. Государственный водный кадастр. Основные гидрологические характеристики (за 1971–1975 гг. и весь период наблюдений). - Т. 6. Украина и Молдавия. - Вып. 4. - Крым // Под ред. М.И. Цукановой. - Л.: ГМИ, 1980. - 120 с.
7. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. - Т. II. - Украинская ССР. - Вып. 3. - Бассейны Северского Донца, рек Крыма и Приазовья. - Л.: ГМИ, 1985. - 362 с.

Тімченко З.В. Застосування теорії розмірностей для узагальнення найбільших термінових максимальних витрат води

На підставі теорії розмірностей встановлено критерії, які дозволили узагальнити дані з найбільших термінових максимальних витрат води дощових повенів холодного і теплого періодів року на ріках західної частини північного макросхилу Кримських гір

Ключові слова: найбільша термінова витрата, теорія розмірностей, кореляційно-регресійний аналіз, індекс кореляції

Timchenko Z.V. Application of theory of measurements for the generalization the greatest instantaneous maximum water discharge for the cool and the warm periods

The criterions of the generalization of the greatest instantaneous maximum water discharge for the cool and the warm periods year were establishment on the theory of the measurements for the rivers of the west side of South coast of Crimea.

Key words: instantaneous maximum water discharge, theory of the measurements, correlation-regressive analysis, index of the correlation