

А.Е.Черкасов, В.П.Шумеев, Н.Батсук

ИЗУЧЕНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ С ПОМОЩЬЮ РЕПРЕЗЕНТАТИВНЫХ БАСЕЙНОВ (НА ПРИ- МЕРЕ РЕК БАСЕЙНА ХУБСУГУЛА)

Формирование речного стока в бассейне Хубсугула определяется резко континентальным климатом, значительной расчлененностью рельефа, сложным геологическим строением, наличием и неравномерным распределением многолетней мерзлоты. Несмотря на сложность и разнообразие природных условий и значительную площадь бассейна ($5\ 130\text{ км}^2$), стационарные наблюдения за притоком речных вод здесь не проводились. Впервые систематические гидрологические работы на реках бассейна Хубсугула стали осуществляться гидрологическим отрядом Советско-Монгольской комплексной экспедиции с 1970 г.

Для изучения закономерностей формирования речного стока в северной части Прихубсугулья были организованы наблюдения в трех репрезентативных бассейнах: на высокогорном (р. Их-Хоро-гол), среднегорном (р. Ханха-гол) и предгорном (р. Тойн-гол). При выборе репрезентативных бассейнов соблюдался зонально-ландшафтный принцип планирования гидрологической сети, предусматривающий размещение станций на малых и средних реках всех основных ландшафтов. Задача состояла в том, чтобы при наименьшем количестве пунктов наблюдений получить максимум гидрометеорологической информации.

На репрезентативных бассейнах с сокращенным объемом исследований проводились наблюдения за основными элементами

водного баланса: 1) речным стоком; 2) атмосферными осадками; 3) максимальными снегозапасами; 4) температурой и влажностью воздуха; 5) скоростью и направлением ветра; 6) атмосферным давлением; 7) температурой воды; 8) ледовыми явлениями; 9) режимом подземных вод; 10) глубиной промерзания почвогрунтов; 11) речными наносами. Кроме стационарных наблюдений проводились полевые маршрутные исследования гидрометеорологического режима как на репрезентативных, так и на других характерных речных бассейнах. Материалы маршрутных измерений сопоставлялись с данными стационарных наблюдений.

В горах северной части бассейна Хубсугула выпадает наибольшее количество осадков (до 430 мм), а реки характеризуются высокой водоносностью и большой протяженностью. Репрезентативные бассейны охватывают территорию с площадью $1\ 166\text{ км}^2$, что составляет 23% от общей площади бассейна.

Река Их-Хоро-гол - самый крупный приток бассейна Хубсугула - берет свое начало в горной группе Мунку-Сардык системы Восточного Саяна. Наибольшая высота в хребте Мунку-Сардык равна 3 491 м. Здесь имеется небольшой ледник. Сильная расчлененность рельефа, большая высота бассейна, значительные уклоны местности, глубокий эрозионный врез долины, наличие многочисленных трещин и тектонических нарушений создают благоприятные условия инфильтрации, повышают скорость движения поверхностных и подземных вод. Река Их-Хоро-гол на всем протяжении носит горный характер. Русло реки имеет ступенчатый продольный профиль. Уклоны в среднем течении составляют обычно 2-5‰, в устьевой части до 0,2‰. Ширина русла в нижнем течении колеблется от 30 до 60 м. Скорости течения во время прохождения паводков достигают 3-4 м/сек. Русло реки - валунно-галечниковое, местами каменистое, изобилует перекатами и порогами высотой от 1 до 5 м. При выходе из гор скорости течения уменьшаются, извилистость реки увеличивается. Длина реки равна 30 км, площадь водосбора 566 км^2 . Гидрометрический створ на реке Их-Хоро-гол расположен в 5 км от устья.

Ханха-гол - вторая по величине река бассейна Хубсугула - расположена в среднегорной местности, берет начало с плоскогорья Лэвэн-Дзалу-Урийн-Сардыг. Река в верховьях

имеет горный характер, долина узкая и неглубокая. Русло галечниковое с небольшими перекатами. Расходы здесь невелики. Ширина русла равна 3-5 м. На среднем и особенно нижнем участках река сильно меандрирует, становится шире и глубже. Русло галечниковое и песчано-галечниковое, течение сравнительно спокойное. Скорости течения в период паводков достигают 1,5 м/сек. Длина реки 45 км, площадь водосбора 520 км². Гидрометрический створ расположен в 3 км от устья.

К юго-востоку от реки Ханха-гол расположена река Тойн-гол. Ее бассейн находится в предгорной местности. Уклоны реки незначительные, русло извилистое, песчано-галечниковое. Наибольшая скорость на нижнем участке равна 1,0 м/сек, ширина реки колеблется от 3 до 5 м. Протяженность реки составляет 17 км, площадь водосбора 80 км². Гидрометрический створ расположен в 0,1 км от устья.

Речной сток. Ежедневные расходы воды в гидрометрических створах определялись по средним суточным уровням с использованием построенных кривых расходов. Максимальные расходы за 1971 г. вычислены по меткам высоких вод. Результат подсчета стока воды для реки Их-Хоро-гол за 1971 г. приведен в таблице 1, для реки Ханха-гол за 1970-1971 гг. - в таблицах 2, 3.

Вычисленный сток проверялся путем сопоставления хода стока с осадками и температурой воздуха.

Средний годовой расход воды на реке Их-Хоро-гол за 1971 г. равен 5,53 м³/сек, а модуль годового стока 9,9 л/сек·км², на реке Ханха-гол за 1970-1971 гг. в среднем 1,48 м³/сек, а модуль годового стока 3,1 л/сек·км², на реке Тойн-гол за 1971 г. 0,07 м³/сек, а модуль годового стока 0,9 л/сек·км². Проявляется четкая связь речного стока с высотой бассейна. Увеличение стока вызывается увеличением количества осадков с повышением местности и уменьшением потерь на испарение.

Общий приток воды в озеро был оценен методом гидрологической аналогии с использованием данных стационарных и маршрутных наблюдений. При этом обращалось внимание на высоту бассейна, экспозицию склонов, ориентировку их относительно влажных ветров, расчлененность рельефа, сумму годового

Таблица 1
Ежедневные расходы воды за 1971 г. в м³/сек,
р. Их-Хоро-гол - 5 км от устья. Площадь водосбора 561 км²

число	1У	У	У1	УП	УШ	1Х	Х	Х1	ХП
1	-	4,20	12,5	10,5	9,80	8,30	7,70	2,10	0,20
2	0,01	4,00	10,5	11,3	10,2	8,30	7,70	2,10	0,10
3	0,01	4,00	9,40	10,7	11,2	8,30	7,70	2,10	0,10
4	0,02	3,80	8,60	10,0	12,3	8,30	7,70	2,10	0,10
5	0,02	3,20	8,00	10,0	12,3	8,30	7,70	2,10	0,10
6	0,04	3,10	8,40	9,30	15,4	8,30	7,70	2,10	0,10
7	0,05	3,00	8,80	8,90	10,3	8,30	7,70	2,10	-
8	0,05	2,90	9,40	8,40	10,3	8,30	7,70	2,10	-
9	0,10	2,80	11,0	8,00	10,3	8,30	7,70	2,10	-
10	0,10	3,50	14,9	7,80	11,0	8,30	7,70	2,10	-
11	0,20	4,00	13,2	8,00	10,7	9,60	8,00	1,60	-
12	0,30	4,10	15,4	9,50	9,20	9,20	8,00	1,60	-
13	0,50	4,20	16,3	11,0	7,90	9,20	8,00	1,60	-
14	0,70	4,30	11,3	12,3	7,70	9,20	8,00	1,60	-
15	0,90	4,80	11,2	10,0	7,10	7,90	8,00	1,60	-
16	1,10	5,00	11,3	9,20	6,30	7,90	8,00	1,60	-
17	1,30	5,50	11,4	8,90	8,40	7,80	8,00	1,60	-
18	1,50	5,30	12,2	12,0	10,2	7,40	4,30	1,00	-
19	1,70	5,90	13,0	17,8	9,00	7,10	4,30	1,00	-
20	1,90	6,00	15,3	14,0	9,40	6,70	4,60	1,00	-
21	2,20	6,20	14,2	12,9	9,80	6,90	4,20	0,90	-
22	2,40	6,40	13,0	32,4	9,20	6,40	4,00	0,80	-
23	2,60	7,00	11,6	27,3	9,40	6,40	3,80	0,80	-
24	2,80	6,50	11,0	62,0	9,30	6,40	3,60	0,70	-
25	3,00	6,10	10,5	163	9,40	6,60	3,40	0,70	-
26	3,40	7,00	10,0	144	9,30	6,60	3,00	0,50	-
27	3,80	7,50	9,70	25,0	9,30	6,60	2,70	0,40	-
28	4,20	8,00	9,50	17,0	9,30	6,60	2,50	0,40	-
29	4,90	15,0	9,50	12,3	9,40	6,60	2,20	0,30	-
30	4,80	43,2	9,90	11,0	9,20	5,60	2,20	0,20	-
31	-	13,4	-	10,3	9,60	-	2,15	-	-
Средн.	1,47	6,95	11,5	23,6	9,55	7,62	4,40	1,23	0,00
Наиб.	4,90	43,2	18,2	169	15,4	9,80	5,80	2,10	0,20
Наим.	0,01	2,80	8,00	7,80	7,10	5,60	2,15	0,20	-

Средний годовой 5,53. Наибольший 230 25/УП.
Наименьший 1/1-1/1У. 5/ХП-31/ХП стока не было.

Т а б л и ц а 2
Ежедневные расходы воды за 1970 г. в м³/сек,
р. Ханха-гол - 3 км от устья. Площадь водосбора
517 км²

Число	1У	У	У1	УП	УШ	1Х	Х	Х1
1	-	0,38	0,32	0,55	2,10	4,00	2,60	1,24
2	-	0,45	0,35	0,58	2,20	4,50	2,40	1,23
3	-	0,60	0,39	0,80	3,50	4,90	2,40	1,23
4	-	0,67	0,43	0,82	3,20	8,00	2,30	1,20
5	-	0,60	0,50	1,58	3,30	12,55	2,35	1,10
6	-	0,63	0,60	2,55	2,90	13,99	2,40	1,00
7	-	0,68	0,68	2,15	4,10	12,66	2,80	0,95
8	-	0,70	0,60	1,30	7,80	11,8	2,70	0,90
9	-	0,69	0,30	1,46	9,00	12,00	2,60	0,70
10	-	0,61	0,40	1,40	14,8	4,80	3,10	0,75
11	-	0,52	0,48	1,37	8,00	4,80	2,70	0,70
12	0,005	0,50	0,68	1,40	4,10	4,00	2,65	0,65
13	0,007	0,50	0,60	1,44	3,30	3,90	2,60	0,50
14	0,008	0,45	0,53	1,20	3,60	4,20	2,55	0,40
15	0,013	0,40	0,40	1,30	3,10	4,50	2,50	0,20
16	0,015	0,58	0,45	1,82	2,80	5,60	2,50	0,10
17	0,020	0,60	0,40	2,50	2,80	4,50	2,20	0,06
18	0,025	0,55	0,50	2,80	3,60	3,70	2,10	0,03
19	0,05	0,49	0,43	3,30	3,30	3,20	2,20	0,03
20	0,10	0,42	0,56	3,48	2,90	3,40	2,00	0,01
21	0,14	0,36	0,52	3,20	2,60	3,60	1,80	0,01
22	0,11	0,30	0,50	2,90	2,70	3,90	1,70	0,01
23	0,13	0,22	0,60	3,18	3,10	3,50	1,65	-
24	0,20	0,22	0,67	3,52	3,50	3,60	1,50	-
25	0,22	0,21	0,70	4,60	3,60	3,30	1,45	-
26	0,20	0,20	0,80	5,65	4,90	3,40	1,40	-
27	0,20	0,40	0,76	5,20	5,80	3,30	1,40	-
28	0,18	0,35	0,70	4,00	4,90	3,50	1,30	-
29	0,20	0,37	0,65	3,95	6,10	3,20	1,30	-
30	0,30	0,32	0,60	2,80	4,50	2,90	1,30	-
31	-	0,30	-	2,42	3,50	-	1,25	-
Средн.	0,071	0,46	0,52	2,43	4,73	5,48	2,22	0,43
Наиб.	0,30	0,70	0,80	5,65	14,8	13,9	3,10	1,24
Наим.	-	0,20	0,30	0,55	2,10	2,90	1,25	-

Средний годовой 1,36. Наибольший 16,6 10/УШ.
Наименьший 1/1-11/1У. 23/Х1-31/ХП стока не было.

Т а б л и ц а 3
Ежедневные расходы воды за 1971 год в м³/сек,
р. Ханха-гол - 3 км от устья. Площадь водосбора
517 км²

Число	1У	У	У1	УП	УШ	1Х	Х	Х1
1	-	0,72	0,35	0,95	5,80	2,25	1,80	0,60
2	-	0,50	0,25	0,70	4,70	2,20	1,75	0,55
3	-	0,50	0,10	0,75	4,60	2,20	1,75	0,55
4	-	0,50	0,70	0,80	3,60	1,11	1,80	0,55
5	-	0,50	0,60	0,90	3,90	1,11	1,80	0,55
6	-	0,50	0,55	0,85	3,60	1,11	1,80	0,55
7	-	0,60	0,60	0,75	3,90	1,11	1,75	0,40
8	-	0,05	0,55	0,70	4,00	1,11	1,45	0,30
9	-	0,65	0,50	0,60	2,45	1,11	1,70	0,20
10	-	0,55	0,50	0,60	2,80	1,11	1,70	0,20
11	-	0,50	0,65	0,80	2,80	1,11	1,50	0,20
12	-	0,45	0,55	0,90	2,80	1,11	1,40	0,10
13	-	0,60	0,65	1,10	2,80	1,11	1,30	0,10
14	-	0,50	0,10	1,35	2,80	1,11	1,20	0,05
15	0,002	0,55	1,10	1,00	2,80	1,11	1,20	0,05
16	0,008	0,20	1,25	0,90	2,40	2,20	1,20	0,04
17	0,001	0,35	2,20	2,00	2,20	2,20	1,15	0,03
18	0,01	0,30	1,6	5,20	2,10	1,90	1,00	0,03
19	0,01	0,50	14,0	4,20	2,45	1,90	1,00	0,02
20	0,02	0,60	14,0	3,30	2,60	1,90	0,95	0,02
21	0,02	0,35	11,7	2,20	2,30	1,95	0,90	0,02
22	0,02	0,30	8,90	10,8	1,90	2,00	0,80	0,01
23	0,03	0,25	6,50	37,4	1,70	1,90	0,80	0,01
24	0,03	0,25	4,65	41,0	1,90	1,90	0,80	0,01
25	0,35	0,25	4,90	51,0	2,20	1,80	0,75	0,01
26	0,40	0,05	5,60	24,0	2,40	1,90	0,70	0,01
27	0,45	0,25	4,10	10,1	1,95	1,95	0,70	0,005
28	0,50	0,45	3,00	8,00	2,60	1,90	0,65	0,005
29	0,60	0,20	2,05	14,0	2,50	1,90	0,65	0,003
30	0,70	0,70	1,20	18,5	2,40	1,80	0,60	0,002
31	-	0,20	-	11,0	2,30	-	0,60	-
Средн.	0,107	0,44	3,53	8,60	3,44	1,82	1,19	0,15
Наиб.	0,70	1,05	14,0	51,0	8,80	2,25	1,82	0,60
Наим.	-	0,05	0,10	0,60	1,70	1,20	0,60	0,002

Средний годовой 1,61. Наибольший 57,0 25/УП.
Наименьший 1/1-14/1У. 1/ХП-31/ХП стока не было.

вых осадков, температуру воздуха и характер подстилающей поверхности (Черкасов, 1969). Коэффициент годового стока изменяется в среднем от 0,2-0,3 (в предгорных районах недостаточного увлажнения) до 0,4-0,6 (в высокогорных районах недостаточного увлажнения). Наибольшие модули годового стока (6-10 л/сек.км²) наблюдаются на севере бассейна в горной группе Мунку-Сардык, наименьшие (0,5-1,0 л/сек.км²) - в предгорных районах. Нужно отметить, что в распределении среднего годового стока кроме вертикальной поясности прослеживается общая тенденция его уменьшения с севера на юг и с запада на восток.

Распределение годового стока на территории бассейна в целом хорошо согласуется с расчётными данными Н.Т.Кузнецова (1955).

Доля подземного стока от общего изменяется в среднем от 14% до 40% в зависимости от высоты местности, характера водовмещающих пород, количества атмосферных осадков и расчлененности рельефа. Подземное питание в 1971 г. на реке Их-Хоро-гол составило 33%, на реке Ханха-гол 24% и на реке Тойн-гол 17% от общего годового стока. Подземное питание на водотоках меняется по длине реки. При выполаживании продольного профиля водотока часть поверхностного стока переходит в подрусловой и на некотором расстоянии вновь выходит на поверхность.

В зимний период часть подземного стока тратится на образование наледей на реках и родниках. Вопрос о подземном питании стока местных рек не может быть решен достоверно без учета объема воды, идущего на формирование наледей (Шульц, 1967). Объем льда родниковых наледей на водотоках бассейна Хубсугула изменяется от 2 000 до 60 000 м³ в зависимости от дебита родников и морфологии их выходов. Так, общий объем девяти наиболее мощных наледей в бассейне реки Жаргалант-гол достигает 1,12 млн.м³, что составляет 3% от общего годового стока. Можно считать, что по ряду небольших водотоков северной части бассейна Хубсугула на образование наледей уходит от 5 до 42% их расходов. Коэффициент наледности для значительных водотоков изменяется в среднем от 1 до 5, для некоторых малых водотоков от 5 до 20.

В общем реки бассейна Хубсугула характеризуются высоким весенним половодьем и значительными летними паводками. Максимальные расходы летних паводков являются, как правило, наибольшими в году. Роль дождевых паводков возрастает с севера на юг, а доля весеннего половодья соответственно снижается. Сравнительно высокое весеннее половодье формируется на реках горной группы Мунку-Сардык (река Их-Хоро-гол), однако по высоте оно все же уступает дождевым паводкам.

В июле 1971 г. на реках бассейна были катастрофические паводки, вызванные ливневыми осадками. В этот период на многих водотоках прошли селевые паводки. В таблице 4 для водотоков бассейна приведены основные параметры по максимальным расходам воды за 1971 г.

Т а б л и ц а 4
Основные параметры максимального стока
(повторяемость один раз в 50 лет)

Название водотока	Место наблюдения	Длина водотока, км	Расход, м ³ /сек	модуль, л/сек. км ²
Их-Хоро-гол	5 км от устья	50	230	466
Ханха-гол	3 км от устья	45	57,0	109
Тойн-гол	0,1 км от устья	17	2,50	31,2
Ноян-гол	устье	21	16,0	127
Их-Далбай-гол	устье	27	42,5	264
Борцог-гол	5 км от устья	11	25,5	416
Хэр-Цар-гол	устье	14	10,5	161
Алаг-Цари-гол	0,5 км от устья	31	130	381
Онголиг-гол	устье	9	63,2	3360
Хэсэн-гол	устье	3,5	38,4	4220
Джиглиг-гол	1 км от устья	10	35,5	845
Улеин-гол	устье	8	91,0	2460
Хотон-гол	устье	27	48,0	306
Хонгор-Боши-гол	2 км от устья	34	52,4	322

Общий годовой приток речных вод в озеро за 1969-1971 гг. составляет в среднем 0,33 км³. Из озера Хубсугул вытекает река Эгин-гол. Расход воды

в ее истоке зависит не только от уровня воды в озере, но и от изменения отметки дна русла. Отметка дна реки Эгин-гол в истоке меняется вследствие аккумуляции наносов от ее правого притока Улегийн-саир. В отдельные годы (1971 г.) русло Эгин-гола перекрывается полностью наносами, поверхностный сток в истоке реки прекращается, что является причиной значительного повышения уровня воды в озере. Очевидно, незначительный сток в этот период осуществляется через аллювиальные отложения реки Эгин-гол.

В истоке Эгин-гола гидрометслужбой МНР ведутся стационарные наблюдения за уровнями и расходами воды. Качество подсчета стока по этому пункту низкое вследствие постоянных русловых деформаций. Средний годовой сток воды из озера через реку Эгин-гол за 1969-1971 гг., по данным гидрометслужбы МНР и маршрутных исследований отряда, равен $0,4 \text{ км}^3$. За этот период уровень воды в озере повысился на 18 см.

Годовое испарение с поверхности озера за 1969-1971 гг. составило в среднем 508 мм или $1,39 \text{ км}^3$.

Л и т е р а т у р а

Кузнецов Н.Т. Закономерности питания и стока рек в Монгольской Народной Республике. - "Изв. АН СССР, сер. геогр.", № 1, 1955.

Черкасов А.Е. Водные ресурсы рек Ангара-Енисейского бассейна. Иркутск, 1969.

Шульц В.Л. Реки и озера Монгольской Народной Республики. Л., 1967.

Резюме

Хэвсгэлийн ай савын усны нөөц бүрэлдэн бий болох зүй тогтолыг "төдөөлөх" савын аргаар судалж тогтоов. Их-Хороо голын 1971 оны өдөр дутмын зарцуулгыг анх удаа тооцоолон гаргав. Энэхүү сав газрын усны эргэлтэнд бүтэн жилийн хугацаанд орох усны эзэлхүүний хэмжээг тодорхойлов.

Summary

The regularities of the formation of the Khubsugul water resources are brought out by the method of the representative basins. For the first time daily water expenditures were calculated for the river Khankha-Gol during 1970-1971 and for the river Ikh-Khoro during 1971. The annual volume of water amount sufficient for water-circulation has been estimated.