

О ТОЧНОСТИ РАСЧЕТОВ ВОДНЫХ БАЛАНСОВ р. АМУДАРЬИ ЗА ГОДОВЫЕ ПЕРИОДЫ

Поскольку в последние годы вопросам точности гидрометрических работ на Амударье уделяется большое внимание [1, 2, 4], полезно сопоставить результаты расчетов водных балансов р. Амударьи с аналогичными расчетами для других рек.

В настоящее время составлением водных балансов участков рек в Средней Азии учреждения Гидрометслужбы не занимаются, в силу чего нами выбрано три участка среднеазиатских рек, таких, где уравнение водного баланса участка русла для годового периода можно представить в наиболее простом виде

$$Q_n = Q_v - Q_{ис} \pm \Delta W, \quad (1)$$

где Q_n — расход воды в нижнем створе; Q_v — расход воды в верхнем створе; $Q_{ис}$ — испарение с поверхности воды; ΔW — приток и отток подземных вод на участке и невязка водного баланса.

Таковыми участками выбраны следующие: 1) узел — слияние рек Большой Нарын и Малый Нарын; 2) узел — слияние рек Чаткал, Ыскем, Угам; 3) участок р. Сырдарьи между ГЭС «Дружба Народов» и постом Кзылкишлак.

Первый узел образован слиянием рек Большой Нарын и Малый Нарын и ограничен постами: на р. Большой Нарын — устье, на р. Малый Нарын — устье, на р. Нарын — устье р. Каинды. Общая длина участка 8,6 км. Так как участок расположен в труднодоступном горном районе с редким населением, заборов воды из реки и сбросов воды в нее на участке нет. Принимая среднюю ширину реки на участке порядка 100 м, что несколько завышено, слой испарения 1000 мм в год, что тоже явно завышено, получим расход воды на испарение с поверхности воды в $0,025 \text{ м}^3/\text{с}$, в силу чего этой величиной пренебрегаем.

Тогда уравнение водного баланса участка реки за год примет вид

$$Q_{\text{н}} - \sum_1^2 Q_{\text{в}} = \pm \Delta W. \quad (2)$$

Результаты расчетов водного баланса за совместный период работы всех постов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Водный баланс участка р. Нарын от слияния рек Большой Нарын и Малый Нарын до поста устье р. Кашнды за годовые периоды

| Год | Расход воды, м ³ /с | | | | $\Delta Q = Q_{\text{н}} - Q_{\text{в}}$ | $\frac{\Delta Q}{Q_{\text{н}}} = \frac{Q_{\text{н}} - Q_{\text{в}}}{Q_{\text{н}}} 100\%$ |
|------|--------------------------------|-------------|----------------------|-----------------|--|--|
| | р. Б. Нарын | р. М. Нарын | сумма верхних постов | устье р. Кашнды | | |
| 1959 | 49,2 | 40,7 | 89,9 | 102 | 12,1 | 13,5 |
| 1960 | 51,5 | 47,8 | 99,3 | 90,3 | -9,0 | -9,1 |
| 1961 | 45,1 | 39,0 | 84,1 | 79,8 | -4,3 | -5,1 |
| 1962 | 44,6 | 36,5 | 81,1 | 80,9 | -0,2 | -0,2 |
| 1963 | 49,8 | 41,0 | 90,8 | 85,9 | -4,9 | -5,1 |
| 1964 | 54,0 | 46,7 | 100,7 | 96,4 | -4,3 | -5,1 |
| 1965 | 42,1 | 38,1 | 80,2 | 78,3 | -1,9 | -2,4 |
| 1966 | 52,1 | 46,5 | 98,6 | 104 | 1,4 | 1,3 |
| 1967 | 33,8 | 34,3 | 68,1 | 79,1 | 11,0 | 16,1 |
| 1968 | 43,4 | 44,1 | 87,5 | 88,2 | +0,7 | +0,8 |

Среднее отклонение $\pm 4,8$

Из 10 совместных лет наблюдений в 7 случаях сумма расходов верхних постов превышала сток нижнего и в 3 случаях, наоборот, так что среднее расхождение между суммой годовых расходов верхних постов и расходом нижнего составляет $\pm 6,8\%$. В 1959 г. сток нижнего поста превышал сток верхних на $13,5\%$ и в 1967 г. на $16,1\%$. Так как эти отклонения явно велики и вызваны плохим качеством учета стока, то указанные годы нами из подсчета исключены. Тогда средняя невязка стока на участке составит $\pm 4,8\%$ стока верхних постов, или $3,0 \text{ м}^3/\text{с}$.

Второй узел образован слиянием рек Чаткал, Пскем, Угам, которые в свою очередь образуют р. Чирчик. Участок ограничен постами: на р. Чаткал — кишл. Чаткал, на р. Пскем — устье, на р. Угам — кишл. Ходжикент, на р. Чирчик — кишл. Ходжикент. Общая длина участка $14,8 \text{ км}$. Уравнение водного баланса для него за годовые периоды можно представить в виде

$$Q_{\text{н}} - \sum_1^3 Q_{\text{в}} + Q_{\text{ис}} = \pm \Delta W. \quad (3)$$

Здесь величина ΔW состоит из поверхностного бокового притока, представленного тремя мелкими саями, подземного притока и невязок баланса. Величиной испарения на этом участке также пренебрегаем, так как при слое испарения в 1000 мм (величина, принятая с некоторым превышением по сравнению с наблюдаемой), ширине реки в 100 м оно составит $0,05 \text{ м}^3/\text{с}$.

Таблица 2

Водный баланс участка р. Чирчик от слияния его составляющих до кишл. Ходжикент за годовые периоды

| Год | Средний годовой расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$ | | | | | | $\frac{\Delta Q}{Q_B} \cdot 100\%$ |
|------|--|----------|---------|-------------|-----------------|---|------------------------------------|
| | р. Чат-кал | р. Пскем | р. Угам | сумма Q_B | р. Чирчик Q_H | $\Delta Q = Q_H - Q_B$ $\text{м}^3/\text{с}$ | |
| 1932 | 116 | 86,6 | 19,6 | 222 | 205 | -17 | -8,3 |
| 1933 | 112 | 84,4 | 19,9 | 216 | 207 | -9 | -4,3 |
| 1934 | 173 | 104 | 31,6 | 309 | 307 | -2 | -0,6 |
| 1935 | 131 | 84,5 | 21,2 | 237 | 234 | -3 | -1,3 |
| 1936 | 101 | 66,5 | 18,1 | 186 | 196 | 10 | 5,1 |
| 1937 | 85,4 | 57,3 | 14,0 | 157 | 171 | 14 | 8,2 |
| 1938 | 77,1 | 56,6 | 15,3 | 149 | 159 | 10 | 6,3 |
| 1939 | 83,1 | 65,5 | 17,8 | 166 | 173 | 7 | 4,0 |
| 1940 | 86,5 | 67,3 | 17,9 | 172 | 183 | 11 | 6,4 |
| 1941 | 138 | 88,3 | 28,0 | 254 | 265 | 11 | 4,3 |
| 1942 | 142 | 90,6 | 24,5 | 257 | 268 | 11 | 4,1 |
| 1950 | 98,2 | 67,4 | 14,0 | 180 | 166 | -14 | -7,8 |
| 1951 | 108 | 67,3 | 16,5 | 192 | 179 | -13 | -6,8 |
| 1952 | 180 | 106 | 25,3 | 311 | 294 | -17 | -5,5 |
| 1953 | 152 | 87,0 | 23,3 | 262 | 245 | -17 | -6,5 |
| 1954 | 150 | 90,7 | 26,7 | 267 | 242 | -25 | -9,4 |
| 1955 | 106 | 69,1 | 18,3 | 193 | 190 | -3 | -1,5 |
| 1956 | 113 | 76,9 | 18,3 | 208 | 202 | -6 | -2,9 |
| 1957 | 72,6 | 55,9 | 12,0 | 141 | 141 | 0 | 0 |
| 1958 | 156 | 118 | 30,9 | 305 | 311 | 5 | 1,6 |
| 1959 | 162 | 115 | 27,5 | 304 | 306 | 2 | 0,7 |
| 1960 | 173 | 112 | 27,9 | 313 | 317 | 4 | 1,3 |
| 1961 | 83,0 | 64,3 | 14,7 | 162 | 164 | 4 | 2,5 |
| 1962 | 99,0 | 73,8 | 16,4 | 198 | 191 | -7 | -3,7 |
| 1963 | 123 | 89,2 | 25,0 | 237 | 234 | -3 | -1,3 |
| 1964 | 126 | 94,8 | 25,4 | 246 | 242 | -4 | -1,6 |
| 1965 | 78,6 | 62,3 | 14,5 | 155 | 153 | -3 | -1,9 |
| 1966 | 139 | 92,4 | 22,1 | 254 | 251 | -3 | -1,2 |

Результаты расчетов балансов за 28 лет совместных наблюдений на всех постах представлены в табл. 2.

В 15 случаях сток нижнего поста был меньше суммарного стока верхних постов, в 12 случаях больше и в одном случае равен их стоку. Среднее расхождение в годовом стоке между суммой верхних и нижнего поста составило за 28 лет $\pm 3,9\%$. Следует отметить, что на участке также не имеется заборов воды и сбросов ее в реку.

Третий рассматриваемый участок — р. Сырдарья от ГЭС «Дружба Народов» до кишл. Кзылкишлак протяженностью 18 км — лишен заборов воды и сбросов на нем: река проходит в трудноразмываемых алевролитах, считающихся практически водоупорными.

Таблица 3

Водный баланс участка р. Сырдарьи между ГЭС «Дружба Народов» и кишл. Кзылкишлак за годовые периоды

| Год | ГЭС $Q_{\text{в}}$ | Кзылкиш-лак $Q_{\text{н}}$ | $\Delta Q = Q_{\text{н}} - Q_{\text{в}}$ | $\frac{\Delta Q}{Q_{\text{в}}} \cdot 100\%$ | Год | ГЭС $Q_{\text{в}}$ | Кзылкиш-лак $Q_{\text{н}}$ | $\Delta Q = Q_{\text{н}} - Q_{\text{в}}$ | $\frac{\Delta Q}{Q_{\text{в}}} \cdot 100\%$ |
|------|--------------------|----------------------------|--|---|------|--------------------|----------------------------|--|---|
| 1952 | 784 | 841 | 57 | 7,3 | 1963 | 445 | 465 | 20 | 4,5 |
| 1953 | 714 | 738 | 24 | 3,4 | 1964 | 540 | 545 | 5 | 0,9 |
| 1954 | 800 | 832 | 32 | 4,1 | 1965 | 319 | 322 | 3 | 0,9 |
| 1955 | 587 | 621 | 34 | 5,8 | 1966 | 607 | 612 | 5 | 0,8 |
| 1956 | 606 | 610 | 4 | 0,7 | 1967 | 447 | 447 | 0 | 0 |
| 1959 | 653 | 692 | 49 | 7,4 | 1968 | 454 | 462 | 8 | 1,8 |
| 1960 | 694 | 713 | 19 | 2,7 | 1969 | 990 | 965 | -25 | -2,5 |
| 1961 | 339 | 390 | 51 | 15,0 | 1970 | 606 | 600 | -6 | -1,0 |
| 1962 | 282 | 302 | 20 | 7,1 | | | | | |

Балансы за годовые периоды для этого участка составлены за 16 лет. Их результаты приведены в табл. 3. Результаты подсчета за 1961 г. забракованы, так как невязка баланса получилась равной 15%, что, видимо, явилось следствием грубых ошибок в подсчетах стока. Средняя невязка за оставшиеся 15 лет составляет $\pm 3,2\%$, из них в 13 годах нижний створ показывал большую величину стока, чем верхний, а в 2 годах, наоборот.

Таким образом, рассматривая невязки стока по трем различным рекам Средней Азии, можно сделать вывод о том, что средняя ошибка годового стока рек Средней Азии при правильно поставленном учете находится в пределах $\pm 3-5\%$.

Попытаемся применить полученный критерий к подсчетам русловых водных балансов р. Амударьи за годовые периоды.

Балансы будем составлять для шести участков: 1) Керки — Ильчик, 2) Керки — Тюя-Муюн, 3) Керки — Чатлы, 4) Ильчик — Тюя-Муюн, 5) Ильчик — Чатлы, 6) Тюя-Муюн — Чатлы. К настоящему времени имеется 12 совместных лет наблюдений за стоком

Водный баланс отдельных участков р. Амударьи

| Год | Элемент | Балансовый участок | | | | | |
|--------------|--------------|--------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------|------------------|
| | | Керки— Ильчик | Ильчик— Тюя- Муюн | Тюя- Муюн— Чатлы | Керки— Тюя- Муюн | Керки— Чатлы | Ильчик— Чатлы |
| 1956 | $Q_{в}$ | 2100 | 1920 | 2070 | 2100 | 2100 | 1920 |
| | E | 66 | 50 | 30 | 116 | 146 | 80 |
| | B | 48 | 1,0 | 301 | 49 | 350 | 302 |
| | $Q_{бал}$ | 1986 | 1869 | 1349 | 1935 | 1604 | 1538 |
| | $Q_{н}$ | 1920 | 2070 | 1520 | 1920 | 1520 | 1520 |
| | ΔQ | -66 | 201 | -220 | -15 | -86 | -18 |
| | $\Delta Q\%$ | -3,1 | 10,5 | -10,6 | -0,7 | -4,1 | -0,9 |
| | 1959 | $Q_{в}$ | 2110 | 1930 | 2100 | 2110 | 2110 |
| E | | 66 | 50 | 30 | 116 | 146 | 80 |
| B | | 53 | 2 | 302 | 55 | 357 | 304 |
| $Q_{бал}$ | | 1991 | 1878 | 1768 | 1939 | 1607 | 1546 |
| $Q_{н}$ | | 1930 | 2110 | 1470 | 2110 | 1470 | 1470 |
| ΔQ | | -61 | 242 | -298 | 181 | -137 | -76 |
| $\Delta Q\%$ | | -2,9 | 12,6 | -14,2 | 8,6 | -6,5 | -3,9 |
| 1962 | | $Q_{в}$ | 1520 | 1400 | 1390 | 1520 | 1520 |
| | E | 66 | 50 | 30 | 116 | 146 | 80 |
| | B | 58 | 3 | 331 | 61 | 392 | 334 |
| | $Q_{бал}$ | 1396 | 1347 | 1029 | 1347 | 982 | 986 |
| | $Q_{н}$ | 1400 | 1390 | 901 | 1390 | 901 | 901 |
| | ΔQ | 4 | 43 | -128 | 43 | -81 | -85 |
| | $\Delta Q\%$ | 0,3 | 3,1 | -9,2 | 2,8 | -5,3 | -6,1 |
| | 1963 | $Q_{в}$ | 1470 | 1550 | 1530 | 1470 | 1470 |
| E | | 66 | 50 | 30 | 116 | 146 | 80 |
| B | | 57 | 2 | 340 | 59 | 399 | 342 |
| $Q_{бал}$ | | 1347 | 1498 | 1140 | 1295 | 925 | 1128 |
| $Q_{н}$ | | 1550 | 1530 | 1010 | 1530 | 1010 | 1010 |
| ΔQ | | 203 | 32 | -130 | 235 | 85 | -118 |
| $\Delta Q\%$ | | 13,7 | 2,1 | -8,5 | 16,0 | 5,8 | -7,6 |
| 1964 | | $Q_{в}$ | 1830 | 1650 | 1820 | 1830 | 1830 |
| | E | 66 | 50 | 30 | 116 | 146 | 80 |
| | B | 52 | 2 | 374 | 54 | 428 | 376 |
| | $Q_{бал}$ | 1712 | 1598 | 1416 | 1690 | 1256 | 1195 |
| | $Q_{н}$ | 1650 | 1820 | 1240 | 1820 | 1240 | 1240 |

| Год | Элемент | Балансовый участок | | | | | |
|------------------|------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------|------------------|
| | | Керки— Ильчик | Ильчик— Тюя- Муюн | Тюя- Муюн— Чатлы | Керки— Тюя- Муюн | Керки— Чатлы | Ильчик— Чатлы |
| 1964 | ΔQ | -62 | 222 | 176 | 130 | -16 | 46 |
| | $\Delta Q\%$ | -3,4 | 13,6 | -9,6 | 7,1 | -0,9 | 8,8 |
| 1965 | $Q_{\text{в}}$ | 1460 | 1200 | 1310 | 1460 | 1460 | 1200 |
| | E | 66 | 50 | 30 | 116 | 146 | 80 |
| | B | 76 | 2 | 346 | 78 | 424 | 348 |
| | $Q_{\text{бал}}$ | 1318 | 1148 | 934 | 1266 | 890 | 772 |
| | $Q_{\text{н}}$ | 1200 | 1310 | 805 | 1310 | 805 | 805 |
| | ΔQ | -118 | 162 | -129 | 44 | -85 | 33 |
| | $\Delta Q\%$ | -8,1 | 13,5 | -9,9 | 3,0 | -5,8 | 2,7 |
| | 1966 | $Q_{\text{в}}$ | 1870 | 1570 | 1660 | 1870 | 1870 |
| E | | 66 | 31 | 24 | 97 | 121 | 55 |
| B | | 120 | 1 | 386 | 121 | 516 | 387 |
| $Q_{\text{бал}}$ | | 1684 | 1538 | 1250 | 1651 | 1233 | 1128 |
| $Q_{\text{н}}$ | | 1570 | 1660 | 1140 | 1660 | 1140 | 1140 |
| ΔQ | | -114 | 122 | -110 | 9 | -93 | 12 |
| $\Delta Q\%$ | | -6,1 | 7,9 | -6,6 | 0,5 | -5,0 | 0,8 |
| 1967 | | $Q_{\text{в}}$ | 1660 | 1560 | 1430 | 1660 | 1660 |
| | E | 66 | 31 | 17 | 97 | 114 | 48 |
| | B | 118 | 1 | 402 | 119 | 521 | 403 |
| | $Q_{\text{бал}}$ | 1476 | 1528 | 1011 | 1444 | 1025 | 1109 |
| | $Q_{\text{н}}$ | 1560 | 1430 | 928 | 1430 | 928 | 928 |
| | ΔQ | 84 | -98 | -83 | -14 | -97 | -181 |
| | $\Delta Q\%$ | 5,1 | -6,3 | -5,8 | -0,8 | -5,8 | -11,6 |
| | 1968 | $Q_{\text{в}}$ | 1860 | 1540 | 1616 | 1860 | 1860 |
| E | | 66 | 32 | 28 | 98 | 126 | 60 |
| B | | 124 | 1 | 456 | 125 | 581 | 457 |
| $Q_{\text{бал}}$ | | 1670 | 1508 | 1132 | 1637 | 1153 | 1023 |
| $Q_{\text{н}}$ | | 1540 | 1616 | 1095 | 1616 | 1095 | 1095 |
| ΔQ | | -130 | 108 | -37 | -21 | -58 | 72 |
| $\Delta Q\%$ | | -7,0 | 7,0 | -2,3 | -1,1 | -3,1 | 4,7 |
| 1969 | | $Q_{\text{в}}$ | 2930 | 2720 | 2610 | 2930 | 2930 |
| | E | 66 | 32 | 24 | 98 | 122 | 56 |
| | B | 69 | 1 | 406 | 70 | 476 | 407 |
| | $Q_{\text{бал}}$ | 2795 | 2687 | 2180 | 2762 | 2332 | 2257 |
| | $Q_{\text{н}}$ | 2720 | 2610 | 2243 | 2610 | 2243 | 2243 |

| Год | Элемент | Балансовый участок | | | | | |
|------------------|------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------|------------------|
| | | Керки— Ильчик | Ильчик— Тюя- Муюн | Тюя- Муюн— Чатлы | Керки— Тюя- Муюн | Керки— Чатлы | Ильчик— Чатлы |
| 1969 | ΔQ | -75 | -77 | 63 | -152 | -89 | -14 |
| | $\Delta Q\%$ | -2,6 | -2,8 | 2,4 | -5,2 | -3,0 | -0,5 |
| 1970 | $Q_{\text{в}}$ | 1720 | 1471 | 1471 | 1720 | 1720 | 1471 |
| | E | 66 | 32 | 28 | 98 | 130 | 64 |
| | B | 131 | -15 | 456 | 116 | 562 | 431 |
| | $Q_{\text{бал}}$ | 1523 | 1464 | 957 | 1506 | 1028 | 976 |
| | $Q_{\text{н}}$ | 1471 | 1441 | 972 | 1441 | 972 | 972 |
| | ΔQ | -52 | -23 | 15 | -35 | -56 | -4 |
| | $\Delta Q\%$ | -3,0 | -1,6 | 1,0 | -2,0 | -3,3 | -0,3 |
| | 1971 | $Q_{\text{в}}$ | 1441 | 962 | 1073 | 1441 | 1441 |
| E | | 66 | 40 | 27 | 106 | 133 | 67 |
| B | | 140 | -20 | 492 | 120 | 612 | 472 |
| $Q_{\text{бал}}$ | | 1235 | 942 | 554 | 1215 | 696 | 423 |
| $Q_{\text{н}}$ | | 962 | 1073 | 653 | 1073 | 653 | 653 |
| ΔQ | | -373 | 131 | -99 | -142 | -43 | 230 |
| $\Delta Q\%$ | | -18,9* | -13,5* | -9,2 | -9,8 | -3,0 | 24* |

Примечание. Знак звездочка (*) означает, что данные завышены.

воды на этих постах: 1956, 1959, 1962—1971 гг. Русловой водный баланс участков за годовые периоды представим в виде

$$Q_{\text{в}} - Q_{\text{н}} - Q_{\text{вдз}} - Q_{\text{ис}} + Q_{\text{ос}} = \pm \Delta W. \quad (4)$$

Здесь $Q_{\text{в}}$ — средний годовой расход воды в верхнем створе участка; $Q_{\text{н}}$ — средний годовой расход воды в нижнем створе участка; $Q_{\text{вдз}}$ — средний годовой расход воды, забираемый на участке в каналы; $Q_{\text{ис}}$ — средний годовой расход воды на участке, затрачиваемый на испарение с водной поверхности затопляемых прибрежных земель и островных участков; $Q_{\text{ос}}$ — средний годовой слой осадков, выпавших на водную поверхность на участке, выраженный в м³/с; ΔW — невязка водного баланса, подземный приток вод к ложу реки и подземный отток от него.

Величины средних годовых расходов воды заимствованы нами из работы [3], Гидрологических ежегодников и отчетов ГГИ о работах Амударьинской экспедиции. Величины заборов воды по участкам также взяты из монографии «Водные ресурсы поверхностных вод СССР» [3], испарение с поверхности реки за 1956, 1959, 1962—1965 гг. принято в работе [3], а за 1966—1971 гг. рассчитано по аналогичной методике.

Результаты расчета водных балансов приведены в табл. 4. Если так же, как и при составлении балансов по ранее рассмотренным участкам рек, отбросить случаи с невязками балансов более 10%, то средняя невязка баланса из 61 случая составит $\pm 4,4\%$.

Следовательно, можно сделать вывод о том, что точность учета стока за годовые периоды на р. Амударье при соблюдении необходимых правил производства гидрометрических работ, за исключением отдельных случаев, находится в тех же пределах, что и на других реках Средней Азии. Так, для участка Керки — Ильчик она составляет в среднем $\pm 4,6\%$, для участка Керки — Тюя-Муюн —

Таблица 5

Невязка водных балансов по участкам р. Амударьи, %

| Год | Керки— Ильчик | Керки— Тюя-Муюн | Керки— Чатлы | Ильчик— Тюя-Муюн | Ильчик— Чатлы | Тюя-Муюн— Чатлы |
|---------|------------------|--------------------|-----------------|---------------------|------------------|--------------------|
| 1956 | -3,1 | -0,7 | -4,1 | 10,5* | -0,9 | -10,6* |
| 1959 | -2,9 | 8,6 | -6,5 | 12,6* | -3,9 | -14,2* |
| 1962 | 0,3 | 2,8 | -5,3 | 3,1 | -6,1 | -9,2 |
| 1963 | 13,7* | 16,0* | 5,8 | 2,1 | -7,6 | -8,5 |
| 1964 | -3,4 | 7,1 | -0,9 | 13,5* | 2,8 | -9,6 |
| 1965 | -8,1 | 3,0 | -5,8 | 13,5* | 2,7 | -9,9 |
| 1966 | -6,1 | 0,5 | -5,0 | 7,9 | 0,8 | -6,6 |
| 1967 | 5,1 | -0,8 | -5,8 | -6,3 | -11,6* | -5,8 |
| 1968 | -7,0 | -1,1 | -3,1 | 7,0 | 4,7 | -2,3 |
| 1969 | -2,6 | -5,2 | -3,0 | -2,8 | -0,5 | 2,4 |
| 1970 | -3,0 | -2,0 | -3,3 | -1,6 | -0,3 | 1,0 |
| 1971 | -18,9* | -9,8 | -3,0 | 13,5* | 24,0* | 9,2 |
| Среднее | $\pm 4,6$ | $\pm 4,1$ | $\pm 4,3$ | $\pm 4,4$ | $\pm 3,0$ | $\pm 6,2$ |

Примечание. Знак звездочка (*) означает, что данные приближенные.

$\pm 4,1\%$, для участка Керки — Чатлы — $\pm 4,3\%$ (табл. 5). Самая большая невязка наблюдается на участке Тюя-Муюн — Чатлы и составляет в среднем $6,2\%$, причем преобладают отрицательные невязки. Преобладание отрицательных невязок в балансе говорит о том, что, помимо испарения и забора воды на орошение, имеются еще, хотя и незначительные, потери стока по длине реки, которые могут складываться из неучтенных заборов воды на орошение и потерь на фильтрацию в ложе реки, потерь воды в разливах при прохождении паводков. В работе [3] нами был определен этот расход на участке Керки — Чатлы за период 1956, 1959 и 1962—1965 гг. равным $54 \text{ м}^3/\text{с}$. Если составить осредненный водный баланс за 1966—1971 гг. (табл. 6), то этот расход воды, который мы условно называем расходом на фильтрацию, на этом участке составит $76 \text{ м}^3/\text{с}$. Величины фильтрации за

различные периоды, как видно из таблицы, довольно близки. Необходимо учесть также, что период 1966—1971 гг. был многоводнее предыдущего расчетного шестилетнего периода на 9,6% (пост Керки). Однако эти величины получены из предположения, что все невязки руслового водного баланса являются фильтрацией и все компоненты, учитываемые при составлении водного баланса, абсолютно верны. На самом деле, это, как известно, не так.

Таблица 6

Осредненные за 1966—1971 гг. годовые водные балансы отдельных участков р. Амударьи

| Элемент | Балансовый участок | | | | | |
|---|--------------------|----------------|-------------|-----------------|--------------|----------------|
| | Керки—Ильчик | Керки—Тюя-Муюн | Керки—Чатлы | Ильчик—Тюя-Муюн | Ильчик—Чатлы | Тюя-Муюн—Чатлы |
| Длина участка, км | 295 | 587 | 815 | 292 | 520 | 228 |
| Площадь водной поверхности на участке, км ² | 473 | 874 | 1204 | 401 | 731 | 330 |
| Расход воды в верхнем створе Q_v м ³ /с | 1914 | 1914 | 1914 | 1640 | 1640 | 1656 |
| Поступление за счет осадков Q_o м ³ /с | 3 | 5 | 7 | 2 | 4 | 2 |
| Забор на орошение Q_3 м ³ /с | 117 | 113 | 546 | —4 | 429 | 433 |
| Суммарное испарение Q_n м ³ /с | 66 | 99 | 124 | 33 | 58 | 25 |
| Общее поступление $Q_v + Q_o$ | 1917 | 1919 | 1921 | 1642 | 1644 | 1658 |
| Общий расход на участке $Q_n + Q_3$ | 183 | 212 | 670 | 29 | 487 | 458 |
| Поступает в нижний створ по уравнению баланса $Q_v + Q_o - Q_n - Q_3$ | 1734 | 1707 | 1251 | 1613 | 1157 | 1200 |
| Расход воды в нижнем створе Q_n м ³ /с | 1640 | 1656 | 1175 | 1636 | 1175 | 1175 |
| Расход воды на фильтрацию $Q_{\phi} = Q_v + Q_o - Q_n - Q_3$ | 94 | 51 | 76 | 43 | 18 | 25 |
| Расход фильтрации по расчету | 28 | 51 | 76 | 23 | 48 | 25 |

Из анализа данных табл. 4 и 5 можно сделать вывод, что сток по посту Тюя-Муюн в 1956 г. несколько завышен. Это неудивительно, так как в этом году в феврале и июне расходы воды на посту не измерялись, в мае и декабре измерено по одному расходу воды. В 1959 г. тоже наблюдается завышение стока по посту Тюя-Муюн и, надо полагать, по тем же причинам, так как за год измерено 27 расходов воды, но не было измерений в январе, октябре — декабре, и всего по одному расходу измерено в феврале и августе.

В 1964 г. сток по посту Тюя-Муюн опять завышен, опять не измерялись расходы воды в январе — феврале и один расход был измерен в декабре.

В 1965 г. расходы не измерялись в момент прохождения пика половодья в августе и сток опять завышен. Причины одностороннего завышения стока по посту Тюя-Муюн при малом количестве

измерений расходов воды в году не совсем понятны и требуют дополнительной проработки. Скорее всего это связано с завышением вычисленных расходов воды в периоды межени, когда количество измерений мало и учет деформаций русла по сути дела не проводится.

Значительное завышение стока воды наблюдалось в 1963 г. на посту Керки. Причины этого не вполне ясны.

В 1971 г. резко занижен сток на посту Ильчик, хотя на данном створе в этом году измерено 167 расходов воды. Однако сравнение

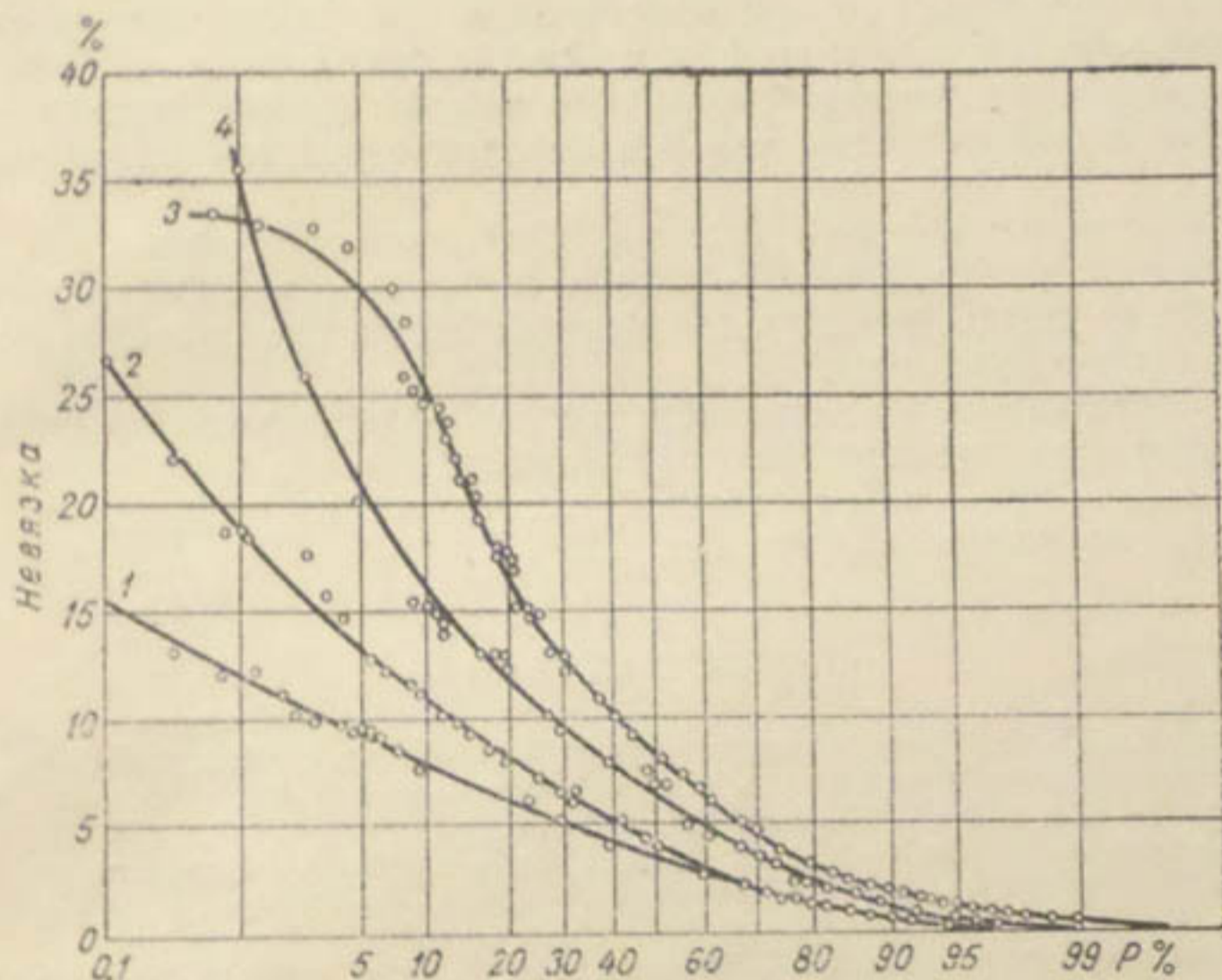


Рис. 1. Кривые обеспеченности невязок водного баланса различных участков рек Средней Азии.

1— Чирчик, 2— Нарын, 3— Сырдарья, 4— Амударья.

параллельных измерений расходов, проводившихся на этом створе, обнаруживает интересные особенности. В этом году сток по посту Ильчик подсчитан по данным измерений расходов воды в гидростворе № 1 и проведено 34 параллельных измерений расходов воды в створах 1 и 2. Из 34 совместных измерений в 17 случаях расходы на створе 2 превышали расходы, измеренные в створе 1, в 3 случаях были равны им и в 14 случаях меньше расходов, измеренных на створе 1. Причем процент завышения обычно больше, чем процент занижения, из чего можно сделать вывод о том, что при пересчете стока по посту Ильчик с использованием данных измерений в створе 2 сток может быть несколько увеличен.

Изложенные краткие соображения о точности расчетов водных балансов р. Амударьи за годовые периоды позволяют сделать вывод о том, что в условиях сильно деформируемого русла р. Амударьи средний годовой сток воды можно получить с той же точностью, что и на других реках при соблюдении рекомендаций наставлений, что подтверждается рис. 1, где представлены кривые обеспеченности ошибок расчета водных балансов различных участков рек Средней Азии.

Кратко указанные рекомендации можно свести к следующим:

1) количество измерений расходов воды должно быть значительным — не менее 50—60 измерений в год, равномерно распределенных внутри года и по фазам режима реки;

2) измерения расходов воды в меженный период должно проводиться столь же часто, как и в половодье и с той же тщательностью;

3) измерение каждого расхода воды должно проводиться при большом количестве грамотно размещенных скоростных вертикалей (15—20) со сгущением их в тех местах потока, где проходит большая часть расхода воды;

4) перед каждым измерением расхода воды должно проводиться компарирование вертушек, сам парк их должен быть увеличен;

5) для учета косины струй при измерении скоростей течения необходимо применять струемеры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карасев И. Ф. Точность гидрометрических данных и усовершенствование методов определения стока рек с неустойчивым руслом (на примере р. Амударьи).— «Тр. ГГИ», 1971, вып. 185, с. 3—39.
2. Карасев И. Ф., Савельева А. В. Оценка элементов руслового водного баланса в среднем течении р. Амударьи.— «Тр. ГГИ», 1971, вып. 185, с. 87—114.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР, т. 14, вып. 3. Л., Гидрометеиздат, 1971, 472 с.
4. Сибирякова Н. Н. О методах оценки точности измеренных расходов воды.— «Тр. ГГИ», 1973, вып. 202, с. 74—82.