

УДК 556.5/02(282)(575.2-17)

**ВОДНОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ РЕКИ АК-СУУ  
В МОСКОВСКОМ РАЙОНЕ ЧУЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

*А.П. Балянов, З.Д. Сейдакматова, Ж.Д. Жолдошбекова*

Рассмотрена гидрологическая характеристика р. Ак-Суу и потенциал её использования в Московском районе Чуйской области КР с закономерными нормами годового стока и внутригодовым распределением потребления. Выполнены графоаналитические методы определения норм годового стока и определен максимальный селевой паводок, определены причины паводка – ливневые дожди в предгорной зоне.

*Ключевые слова:* гидрологическая характеристика р. Ак-Суу; твердый сток; расход воды; водноэнергетический расчет; деривационный канал; напорный бассейн; напорный водовод; здание ГЭС; отводящий канал.

**WATER-ENERGY POTENTIAL OF AK-SUU RIVER IN MOSCOW REGION, CHUI REGION**

*A.P. Balyanov, Z.D. Seydakmatova, Zh.D. Joldoshbekova*

The article presents the Hydrological characteristics of the Ak-Suu River and the potential for its use in the Moscow Region, Chui Oblast with regular norms of annual flow and intra-annual distribution of consumption. According to the calculations of the maximum water flow by a given security, graphoanalytical methods for determining the norms of the annual runoff are made and the maximum mudflow is determined and the reasons for the flood are determined - rain showers in the foothill zone

*Keywords:* hydrological characteristics of the Ak-Suu river; solid runoff; water discharge; water-energy calculation; derivational channel; pressure basin; pressure water conduit; power plant building; outflow channel.

**Гидрологическая характеристика.** Река Ак-Суу берет начало в гребневой зоне Кыргызского хребта (отметка истока 3270 м н.у.м.) и является левым притоком р. Чу (отметка устья 575 м н.у.м.). Наиболее крупными ее притоками являются реки: Туюк, Бойрек, Чонташ, Кольтор, Бультуке. Площадь водосбора р. Ак-Суу до гидропоста Чон-Арык составляет 426 км<sup>2</sup>, длина – 31 км, уклон ложа – 60 %, уклон водосбора – 56 %, средневзвешенная высота 3060 м. Пойма реки на всем протяжении отсутствует. Русло слабо извилистое, почти не разветвленное, шириной от 5 до 12 м, берега крутые и обрывистые, переходящие непосредственно в склоны долины. Норма и внутригодовое распределение нормы годового стока приводится по данным гидропоста р. Аксу в с. Чон-Арык по ряду наблюдений за 1923–2000 гг. Расчет выполняется согласно методу “линейного учета” МЭИ, когда характер изменения расхода по длине реки предполагается линейным [1, 2]. Расчет основных категорий энергетического потенциала реки предполагает несколько допущений:

- 1) водоток незамерзающий и рассчитывается для гидрологических условий, соответствующих 50 %-ной обеспеченности;
- 2) расход водотока в створе считается постоянным в течение года;
- 3) режим работы МГЭС не изменяет естественного гидрологического режима реки.

На основе многолетних данных о режиме и ресурсах р. Ак-Суу, были вычислены параметры теоретических кривых водообеспеченности с использованием формул Г.Г. Блохинова [1].

Параметрами теоретических кривых водообеспеченности являются:

- 1) средняя многолетняя величина или норма годового стока,  $Q_m, M_m$ ;
- 2) коэффициент вариации или изменчивости годового стока,  $C_v$ ;
- 3) коэффициент асимметрии годового стока,  $C_s$ .

В результате вычислений были получены нормы годового стока, которые составили 4,79 м<sup>3</sup>/с при коэффициенте вариации 0,11 и коэффициенте асимметрии – 0,35. Наибольшая величина нормы

Таблица 1 – Средние годовые расходы воды за периоды до 1972 г., 1973–2000 гг. и весь период наблюдений

Река	Число лет наблюдений	Расчетный период		Средний годовой за период наблюдений	Коэффициент вариации
		по 1972 г.	1973–2000 гг.		
		Qm <sup>3</sup> /с	Qm <sup>3</sup> /с	Qm <sup>3</sup> /с	C <sub>y</sub>
Ак-Суу	27	4,71	4,92	4,79	0,11

Таблица 2 – Средние месячные расходы воды за периоды по 1972 г., 1973–2000 гг. и весь период наблюдений

Период, год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ср. год
По 1972	1,66	1,49	1,38	1,6	3,79	10,3	13,1	10,6	5,25	3,08	2,31	1,92	4,71
1973–2000	2,18	2,01	2,84	2,00	3,97	10,5	13,0	9,50	5,08	3,38	2,78	2,42	4,92
Ср. за период	1,86	1,69	1,94	1,76	3,86	10,4	13,1	10,2	5,19	3,19	2,49	2,11	4,79.

Таблица 3 – Максимальный срочный и максимальный средний годовой расход (м<sup>3</sup>/с)

Река	Сред. взвешанная высота водосбора, м	Максимальный срочный расход воды		Максимальный среднегодовой расход воды	
		Qm <sup>3</sup> /с	Дата	Qm <sup>3</sup> /с	Дата
Ак-Суу	3060	64,3	07.1988	6,1	1988

Таблица 4 – Расчет внутригодового распределения стока (м<sup>3</sup>/с) для года средней водности

Река	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III
Ак-Суу	1,67	3,68	10,2	13,6	11,0	5,46	3,16	2,30	1,90	1,60	1,44	1,44

стока была отмечена в 1987 г. и составила 6,08 м<sup>3</sup>, наименьшая – в 1945 г. и составила 3,86 м<sup>3</sup>/с (таблицы 1, 2).

Половодье на р. Ак-Суу начинается в середине мая и заканчивается в сентябре [3].

Расчеты максимальных расходов воды с заданной обеспеченностью, выполнены графоаналитическим методом и показали следующее:

Максимальный селевой паводок, прошедший по р. Ак-Суу, был зафиксирован 30.07.1988 г., его расход составил 64,3 м<sup>3</sup>/сек. Причины паводка – ливневые дожди в предгорной зоне (таблица 3).

Минимальные расходы воды наблюдаются в большинстве случаев в конце межени, когда запасы грунтовых вод в бассейнах рек достигают наибольшего истощения [4].

Наблюдения за расходами воды показали, что средний наименьший расход составил 1,60 м<sup>3</sup>/сек, наибольший – 1,98 м<sup>3</sup>/сек, абсолютный наименьший – 0,67 м<sup>3</sup>/сек.

Для рек, в питании стока которых существенное значение имеют высокогорные снега и ледники, у которых внутригодовое распределение стока не связано с водностью года, а определяется особенностями сочетаний элементов водного и теплового баланса конкретных лет, расчетное относительное внутригодовое распределение стока приведено для года средней водности.

Река Ак-Суу относится к этой группе рек и, следовательно, внутригодовое распределение стока будет рассчитано по году средней водности (расход 4,79 м<sup>3</sup>/с). Для сравнения расход 75 %-ной обеспеченностью составляет 4,31 м<sup>3</sup>/с (таблица 4).

**Твердый сток.** Сток наносов на р. Ак-Су распределяется в течение года довольно неравномерно. Изменения мутности воды и расхода взвешенных наносов имеют тот же характер, что и изменения стока воды.

Как правило, мутность и расход взвешенных наносов увеличивается с увеличением расхода

Таблица 5 – Внутригодовое распределение наносов (R кг/сек), мутности (P г/м<sup>3</sup>) и расходов воды (Q м<sup>3</sup>/сек)

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Q м <sup>3</sup> /с	1,43	1,35	1,32	1,38	2,79	7,09	11,1	11,7	5,39	2,52	1,88	1,61	4,13
R кг/с	0,015	0,014	0,013	0,019	0,095	1,5	5,4	4,4	0,2	0,044	0,023	0,018	0,98
P г/м <sup>3</sup>	10	10	9,9	14	34	210	490	380	37	17	12	11	240

Таблица 6 – Гранулометрический состав взвешенных наносов

Река	Диаметр частиц (мм) и их содержание (в % по весу)						Ср.
	2-1	1-0,5	0,5-0,2	0,-0,1	0,1-0,05	0,05	
Ак-Суу	4,4	7,3	13,4	21,3	4,0	49,6	0,2

Таблица 7 – Водноэнергетический расчет на р. Ак-Суу с учетом выбранного створа при Q1 = 1,5 м<sup>3</sup>/с, Q2 = 3,0 м<sup>3</sup>/с, Q3 = 4,0 м<sup>3</sup>/с

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Q м <sup>3</sup> /с	1,86	1,69	1,59	1,76	3,87	10,42	13,06	10,19	5,18	3,21	2,50	2,11
H, м	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
N, кВт	292,4	265,2	249,3	275,9	608,1	1635,0	2,049,2	1,599,7	812,5	504,2	392,1	331,5

воды. Однако не всегда наибольшему расходу воды соответствует наибольшая мутность, чаще максимум последней наблюдается несколько раньше. Иногда, преимущественно в первую половину половодья, небольшое увеличение расходов воды сопровождается довольно значительным увеличением мутности [3].

Это объясняется в большинстве случаев интенсивным смывом тальми водами продуктов выветривания, накопившихся в бассейне за осенне-зимний период, а иногда поступлением насыщенных наносами воды небольших притоков в результате выпадения в их бассейнах интенсивных дождей, особенно в низкорослой зоне (таблица 5).

Приведенные в таблице данные показывают, что основная часть стока наносов транспортируется в теплое время года. При этом увеличение расходов начинается одновременно с повышением уровня воды.

Характерной чертой внутригодового распределения наносов и мутности является их резкая изменчивость. Так, в январе средняя за период наблюдений мутность воды составляет 10 г/м<sup>3</sup>, а в июле – 490 г/м<sup>3</sup>, то есть наблюдается увеличение в 49 раз. Подобное отмечается и с расходами наносов. Наибольшая мутность зарегистрирована 12 мая 1966 г. и достигла 1300 г/м<sup>3</sup>.

**Водохозяйственный и водноэнергетический расчет.** Варианты получения мощности на канале “МГЭС”. Мощность (Nгэс) малой ГЭС составляет, кВт:

$$N_{гэс} = 9,81 \cdot \eta_{агр} \cdot H \cdot Q,$$

где H – полезный напор, м, H = 20 м; Q – расход воды, м<sup>3</sup>/с; Q1 = 1,5 м<sup>3</sup>/с, Q2 = 3,0 м<sup>3</sup>/с, Q3 = 4,0 м<sup>3</sup>/с;  $\eta_{агр}$  – коэффициент полезного действия агрегата,  $\eta_{агр} = 0,8$  (таблица 7).

$$1. N_{ГЭС} = 9,81 \cdot \eta_{агр} \cdot H \cdot Q = 9,81 \cdot 0,8 \cdot 20 \cdot 1,5 = 235 \text{ кВт.}$$

$$2. N_{ГЭС} = 9,81 \cdot \eta_{агр} \cdot H \cdot Q = 9,81 \cdot 0,8 \cdot 20 \cdot 3,0 = 470 \text{ кВт.}$$

$$3. N_{ГЭС} = 9,81 \cdot \eta_{агр} \cdot H \cdot Q = 9,81 \cdot 0,8 \cdot 20 \cdot 4,0 = 627 \text{ кВт.}$$

На рисунке 1 приведены водноэнергетические показатели микроГЭС на р. Ак-Суу.

**Основные сооружения.** Для обеспечения нормальной работы ГЭС на р. Ак-Суу, необходимо предусмотреть строительство, кроме уже существующих, следующих сооружений [5]: водозаборное сооружение, деривационный канал; напорный бассейн; напорный водовод; здание ГЭС; отводящий канал.

Результаты проведенных расчетов водноэнергетических характеристик реки р. Ак-Суу, ее гидрологических и морфометрических характеристик, а также экспедиционных исследований позволили сделать следующие выводы.

Головное водозаборное сооружение канала “МГЭС” находится в отличном состоянии, что позволяет его использовать для эксплуатации не только в целях ирригации, но и также в целях малой энергетики.

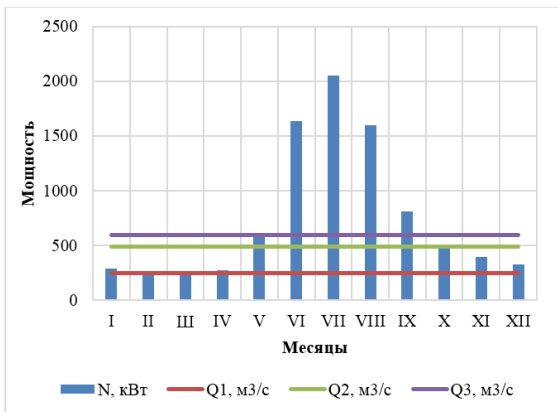


Рисунок 1 – Водноэнергетические показатели МГЭС на реке Ак-Суу.

Канал “МГЭС” можно также использовать как деривационный, соединяющий водозаборное сооружение с напорным бассейном с протяженностью деривации 1200 м. Существующий канал построен из Г-блоков марки Г-15.

Необходимо предусмотреть строительство напорного бассейна, который будет представлять собой колодец для подключения напорного водовода МГЭС. Диаметр напорного трубопровода следует

подобрать в зависимости от принятой расчетной мощности станции.

Отводящий канал следует проложить от здания станции до реки, протяженностью порядка 20 м. Канал следует выполнить в открытой выемке.

#### Литература

1. *Малинин Н.К.* Теоретические основы гидроэнергетики / Н.К. Малинин. М.: Энергоатомиздат, 1985. 312 с.
2. *Малая гидроэнергетика. Методы расчета основных категорий потенциала с учетом требований социально-экономического характера / Г.В. Дерюгина, В.А. Кузнецова, О.П. Лушников, Н.К. Малинин.* М.: Изд-во МЭИ, 1997. 19 с.
3. *Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхности вод суши. Том XI. Киргизская ССР.* Л.: Гидрометеоздат, 1967. 450 с.
4. *Балянов А.П.* Оценка теплопередачи и расчет мощности для обогрева сороудерживающих решеток малых ГЭС / А.П. Балянов, Д.В. Виноградов // Вестник КРСУ. 2015. Т. 15. № 9.
5. *Гидротехнические сооружения для малой энергетики горно-предгорной зоны / под ред. Н.П. Лаврова.* Бишкек: ИД “Салам”, 2009. 504 с.