

ГИДРОЛОГИЯ ИЛИМДЕРИ
ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ
HYDROLOGICAL SCIENCES

DOI: 10.26104/NNTIK.2022.87.27.007

Абдулдаев М.С., Липкин В.И.

**ЫСЫК-КӨЛ БАССЕЙНИНИН ТОСОР, ТОН, АКТЕРЕК, ТУРАСУ
ДАРЫЯЛАРЫНЫН ГИДРОЭНЕРГЕТИКАЛЫК ПОТЕНЦИАЛЫ**

Абдулдаев М.С., Липкин В.И.

**ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОТЕНЦИАЛЫ РЕК ТОСОР, ТОН,
АКТЕРЕК, ТУРАСУ БАССЕЙНА ОЗЕРА ИССЫК-КУЛЬ**

M. Abduldaev, V. Lipkin

**THE HYDROPOWER POTENTIALS OF THE TOSOR, TON, AKTEREK,
TURASU RIVERS OF THE ISSYK-KUL LAKE BASIN**

УДК: 621.22

Бул эмгекте Ысык-Көл ойдуңунун Тоң районундагы Тосор, Тоң, Актерек жана Турасу дарыялары изилдөө деңгээлине жараша тандалып алынган. Дарыялардын агымынын боюнча маалыматтарга талдоо жүргүзүлдү – бул орточо жылдык, орточо айлык жана орточо суткалык. Аймактын рельефи, бийиктик белгилери изилденип, дарыянын агымы боюнча оозунан башатына чейин эңкейиштер эсептелген. Аксай, Актерек жана Турасу куймалары бар Тосор, Тоң дарыяларынын гидроэнергетикалык потенциалын аныктоо үчүн, бул дарыялардын гидроэнергетикалык мүнөздөмөлөрүнө теориялык изилдөөлөр жүргүзүлүп, чакан ГЭСтерди жайгаштыруу үчүн жайгаштыруу схемалары жана участоктору аныкталды. Бул дарыялардын жалпы, техникалык жана экономикалык гидроэнергетикалык потенциалы аныкталган. Мындан сырткары дарыялардын экономикалык гидроэнергетикалык потенциалы, жылдын суук мезгили үчүн - ноябрдан апрелге чейин, жылуу мезгил үчүн - майдан октябрга чейин жана жылдын 12 айы боюнча аныкталган.

Негизги сөздөр: суунун чыгымы, орточо жылдык белгилер, орточо айлык белгилер, орточо суткалык белгилер, бийиктик белгилери, гидроэнергетикалык потенциал, кубаттуулук, электр энергиясы.

В данной работе по изученности выбраны реки Тосор, Тон, Актерек и Турасу Тонского района Иссык-Кульского бассейна. Проведен анализ данных по расходам речных стоков – это среднегодовые, среднемесячные и среднесуточные. Изучен рельеф местности, высотные отметки, просчитаны уклоны по течению рек от устья до истоков. Для определения гидроэнергетического потенциала рек Тосор, Тон с притоком Аксай, Актерек и Турасу были выполнены теоретические исследования гидроэнергетических характеристик этих рек, определены схемы размещения и участки для предполагаемого размещения малых ГЭС в нижнем течении рек. Определены валовые, технические и экономические гидроэнергетические потенциалы указанных рек. Экономические гидроэнергетические потенциалы рек также были определены по месяцам, за холодный период года – с ноября по апрель месяц, за тёплый период – с мая по октябрь и за 12 месяцев года.

Ключевые слова: расход воды, среднегодовые отметки, среднемесячные отметки, среднесуточные отметки, высот-

ные отметки, гидроэнергетический потенциал, мощность, электроэнергия.

In this work, the Tosor, Ton, Akterek and Turasu rivers of the Ton region of the Issyk-Kul basin are selected according to the degree of study. The analysis of data on the flow of river flows – average annual, average monthly and average daily. The relief of the area, elevation marks were studied, the slopes along the rivers from the mouth to the sources were calculated. To determine the hydropower potential of the Tosor, Ton rivers with the Aksai, Aksai, Akterek and Turasu tributaries, theoretical studies of the hydropower characteristics of these rivers were carried out, placement schemes and sites for the proposed placement of small HPPs in the lower reaches of the rivers were determined. The gross, technical and economic hydropower potentials of these rivers have been determined. The economic hydropower potentials of the rivers were also determined by months, for the cold period of the year - from November to April, for the warm period - from May to October and for 12 months of the year.

Key words: water consumption, average annual marks, average monthly marks, average daily marks, altitude marks, hydropower potential, power, electricity.

В юго-западной части Иссык-Кульской котловины расположен Тонский район.

Климатические условия района характеризуются [1] следующими данными: средние температуры воздуха в январе месяце составляют в долинной части -4°C и -16°C в горной части. В июле среднемесячная температура изменяется от $+18^{\circ}\text{C}$ в долине до $+10^{\circ}\text{C}$ в горной части.

Годовая сумма осадков составляет 200-300 мм в долине, и 300-400 мм в горах; в тёплый период 25-50 мм в долине и 100-150 мм в горах. Средняя высота снежного покрова в долинной части достигает до 10 см.

Среднемесячные и среднегодовые расходы воды рек Тонского района Иссык-Кульского бассейна, при среднегодовом расходе воды более 1 куб. м/с, получены из [2] и материалов [3].

Средние месячные расходы воды рек Тосор, Тон, Актерек, Турасу Иссык-Кульского бассейна показаны на рисунках 1 и 2.

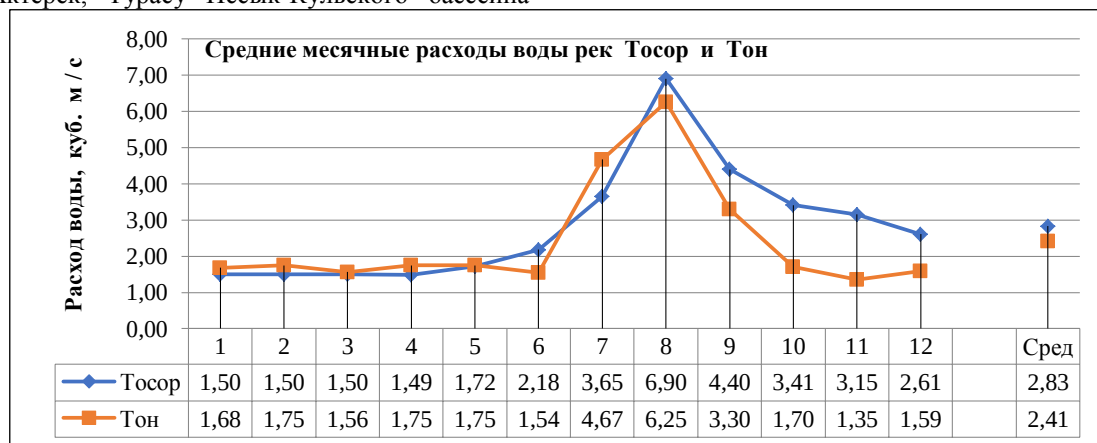


Рис. 1. Средние месячные расходы воды рек Тосор и Тон.

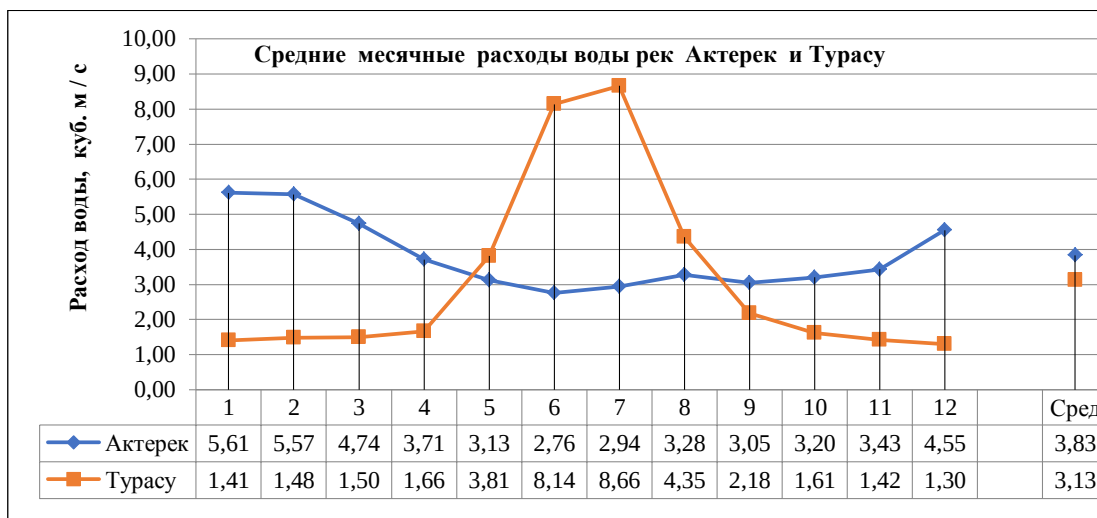


Рис. 2. Средние месячные расходы воды рек Актерек и Турасу.

Средние месячные расходы воды рек Тосор, Тон, Турасу в средний по водности год в зимний период уменьшаются в 4-6 раз по сравнению с расходами воды в летний1 период.

Средние месячные расходы воды реки Актерек, при питании водами «Карасу», в средний по водности год в январе месяце увеличиваются в 2 раза по сравнению с расходами воды в летний1 период.

Гидроэнергетические валовый, технический и экономический потенциалы рек Тон, Тосор, Актерек, Турасу Тонского района определены по известным формулам [4]. Разность высотных отметок участков русла рек определялась по картам Генштаба [5].

Потенциальная **валовая** гидроэнергетическая мощность реки Тон - P_v , кВт определялась по формуле:

$$P_v = 0,5 * Q_c * \Delta H * 9,81 = 0,5 * 2,4 * 2150 * 9,81 =$$

$$= 25\,300, \text{ кВт}, \quad (1)$$

где: Q_c – средний годовой расход воды за период наблюдений, куб. м / с ΔH – разность высотных отметок от истока до устья реки, м.

Потенциальное валовое годовое количество энергии реки E_v определялось по формуле:

$$E_v = P_v * 8760 = 25\,300 * 8\,760 = 221 \text{ млн. кВт-ч/г}, \quad (2)$$

где: 8760 - количество часов в году.

Потенциальная валовая удельная русловая мощность реки P_{vu} , кВт/ км и удельная русловая энергия реки E_{vu} , кВт-ч/км определялись по формулам:

$$P_{vu} = P_v / L = 25\,300 / 36 = 703 \text{ кВт / км}; \quad (3)$$

$$E_{vu} = E_v / L = 221 / 36 = 6,1, \text{ млн. кВт-ч / км}, \quad (4)$$

где: L - длина реки от истока до устья.

При среднем годовом расходе воды 2,1 куб. м/с и суммарном падении 2150 м река Тон имеет валовый гидроэнергетический потенциал по мощности 22 100 кВт. и по электроэнергии 194 млн. кВт-ч / г.

Для определения **технического гидроэнергетического потенциала** реки Тон были проведены теоретические исследования гидроэнергетических характеристик участков в верхнем и среднем течении реки.

При определении технического и экономического гидроэнергетических потенциалов реки Тон приняты средние месячные расходы воды равные 80% от расхода воды в реке при сработке воды через гидротурбины предлагаемой ГЭС.

Технический гидроэнергетический потенциал реки Тон по мощности P_t определялся как мощность отдельного, выбранного участка реки по формуле:

$$P_t = 0,5 \cdot (Q_n + Q_k) \cdot (H_n - H_k) \cdot 9,81 = 0,5 \cdot (2,4 + 2,4) \cdot (2280 - 1880) \cdot 9,81 = 9\,400, \text{ кВт}, \quad (5)$$

где: Q_n, Q_k – средний годовой расход воды в начале и в конце выбранного участка;

H_n, H_k – высотные отметки в начале и в конце выбранного участка реки;

9,81 - ускорение свободного падения.

Технический гидроэнергетический потенциал реки по энергии E_t определялся как количество энергии отдельного, выбранного участка реки по формуле:

$$E_t = P_t \cdot 8760 = 9\,400 \cdot 8760 = 82 \text{ млн. кВт-ч / г}, \quad (6)$$

где: 8760 - количество часов работы ГЭС при расчётной нагрузке.

Потенциальная техническая удельная русловая мощность участка реки $P_{ту}$, кВт/км и потенциальная техническая удельная русловая энергия участка реки $E_{ту}$, кВт-ч / км определялись

$$P_{ту} = P_t / L_y = 9400 / 12 = 208 \text{ кВт / км}; \quad (7)$$

$$E_{ту} = E_t / L_y = 82 / 12 = 1,2 \text{ млн. кВт-ч / км}, \quad (8)$$

где: L_y - длина выбранного участка реки.

Гидроэнергетические технические потенциалы рек Тосор, Актерек, Турасу и притока Аксай определялись по формулам 1...8 аналогично, как и для реки Тон.

Результаты расчета Гидроэнергетических валовых и технических потенциалов по мощности и энергии выбранных участков рек Тосор, Актерек, Турасу и Тон с притоком Аксай, стекающих в озеро Иссык-Куль, сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Гидроэнергетические валовые и технические потенциалы рек Тосор, Тон с притоком Аксай, Актерек и Турасу

Река, Приток	Параметры реки, участка			Гидроэнергетический потенциал		Удельный потенциал	
	Расход, м ³ /с	Высота, м.н.у.м.	Длина, км	Мощность, кВт	Энергия, млн. кВт-ч	Мощность кВт/км	Энергия, млн. кВт-ч/км
Валовый гидроэнергетический потенциал							
Тосор	2,8 - 0,0	3997 - 1607	30	32 800	287	1090	9,5
Тон	2,4 - 0,0	3757 - 1607	36	25 300	221	703	6,1
Аксай	3,3 - 0,0	2820 - 1620	30	20 000	175	667	5,8
Актерек	3,8 - 0,0	3317 - 1607	38	31 800	278	836	7,3
Турасу	3,1 - 0,0	3427 - 1607	46	28 500	250	619	5,4
Итого	15,4	9270	180	138 400	1211	3915	34,1
Технический гидроэнергетический потенциал							
Тосор	2,8 - 1,0	2400 - 1680	12	13 400	117	1117	9,7
Тон	2,4 - 2,4	2280 - 1880	12	9 400	82	783	6,8
Аксай	3,3 - 1,9	1920 - 1660	10	6 600	58	660	5,8
Актерек	3,8 - 3,0	1900 - 1680	10	8 200	72	820	7,2
Турасу	3,1 - 1,0	2400 - 1870	18	10 400	91	578	3,3
Итого	12,0	2180	62	48 000	422	3961	32,8

Для определения **экономического** гидроэнергетического потенциала рек Тосор, Актерек, Турасу и Тон с притоком Аксай были проведены теоретические исследования гидроэнергетических характеристик этих рек и определены схемы размещения малых ГЭС.

При рекогносцировочном обследовании реки Тосор выбран участок реки для предполагаемого размещения малой ГЭС «Тосор» в нижнем течении реки, который показан на рисунке 3.

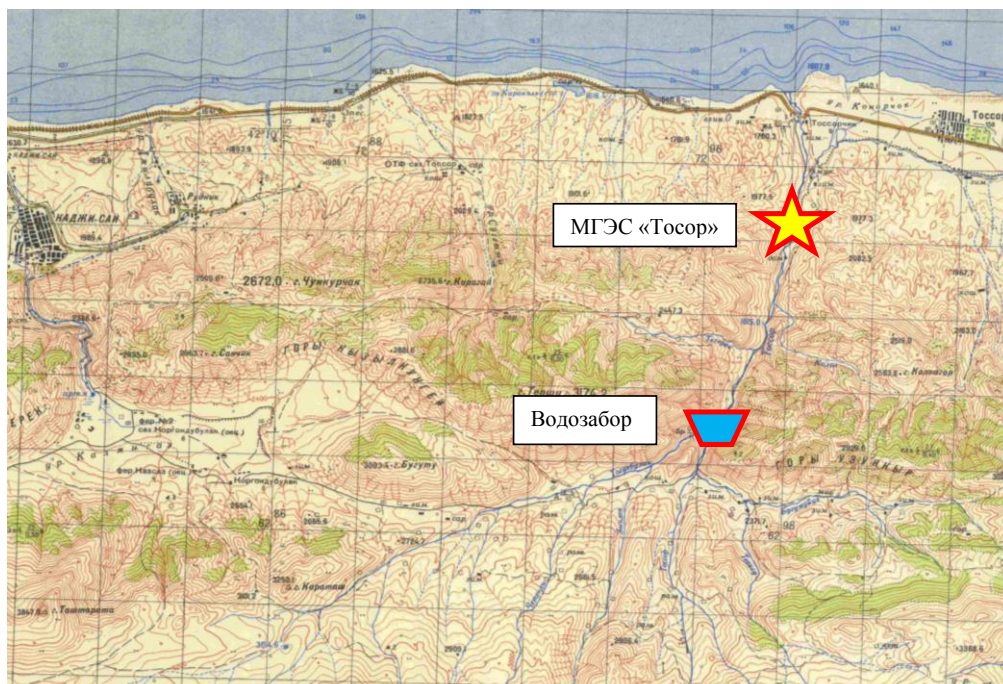


Рис. 3. Река Тосор с притоками и размещенной малой ГЭС «Тосор» на территории бассейна озера Иссык-Куль.

Для определения **экономического** гидроэнергетического потенциала реки Тон и притока Аксай были проведены теоретические исследования гидроэнергетических характеристик реки Тон и определено размещение малой ГЭС «Тон» и малой ГЭС «Аксай», показанные на рисунке 4.

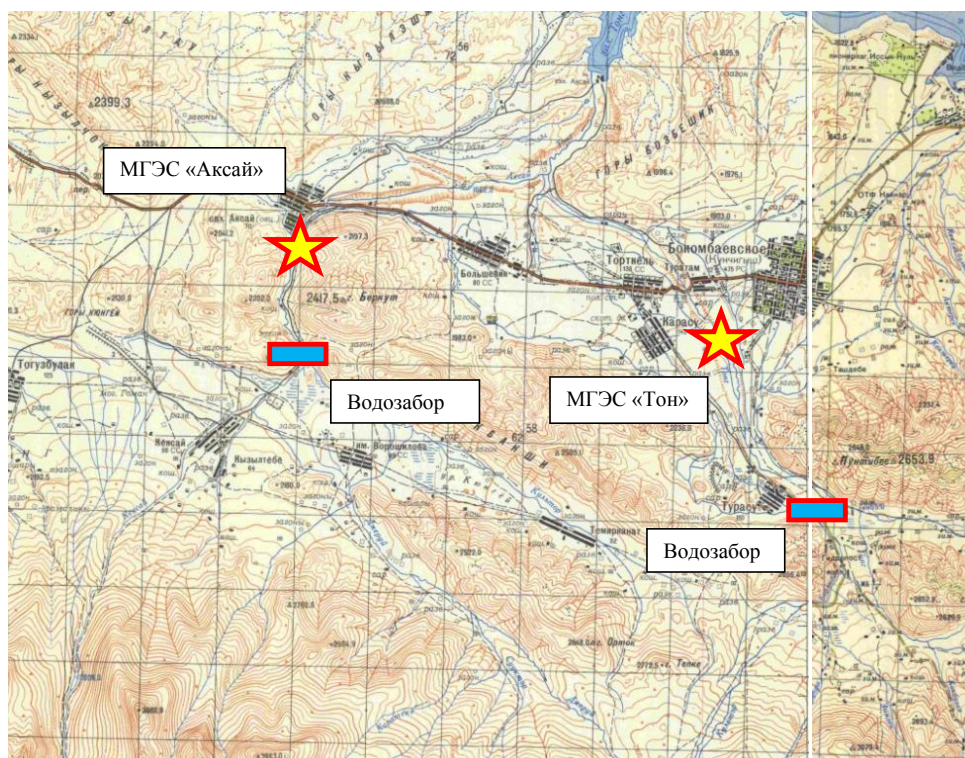


Рис. 4. Размещение малых ГЭС «Тон» и «Аксай» в нижнем течении реки Тон.

Для определения **экономического** гидроэнергетического потенциала реки Актерек с притоком Конгурлен были проведены теоретические исследования гидроэнергетических характеристик реки Актерек и определена схема размещения МГЭС «Актерек», показанная на рисунке 5. На притоке Конгурлен построена новая МГЭС «Конгурлен», установленной мощностью 3000 кВт.

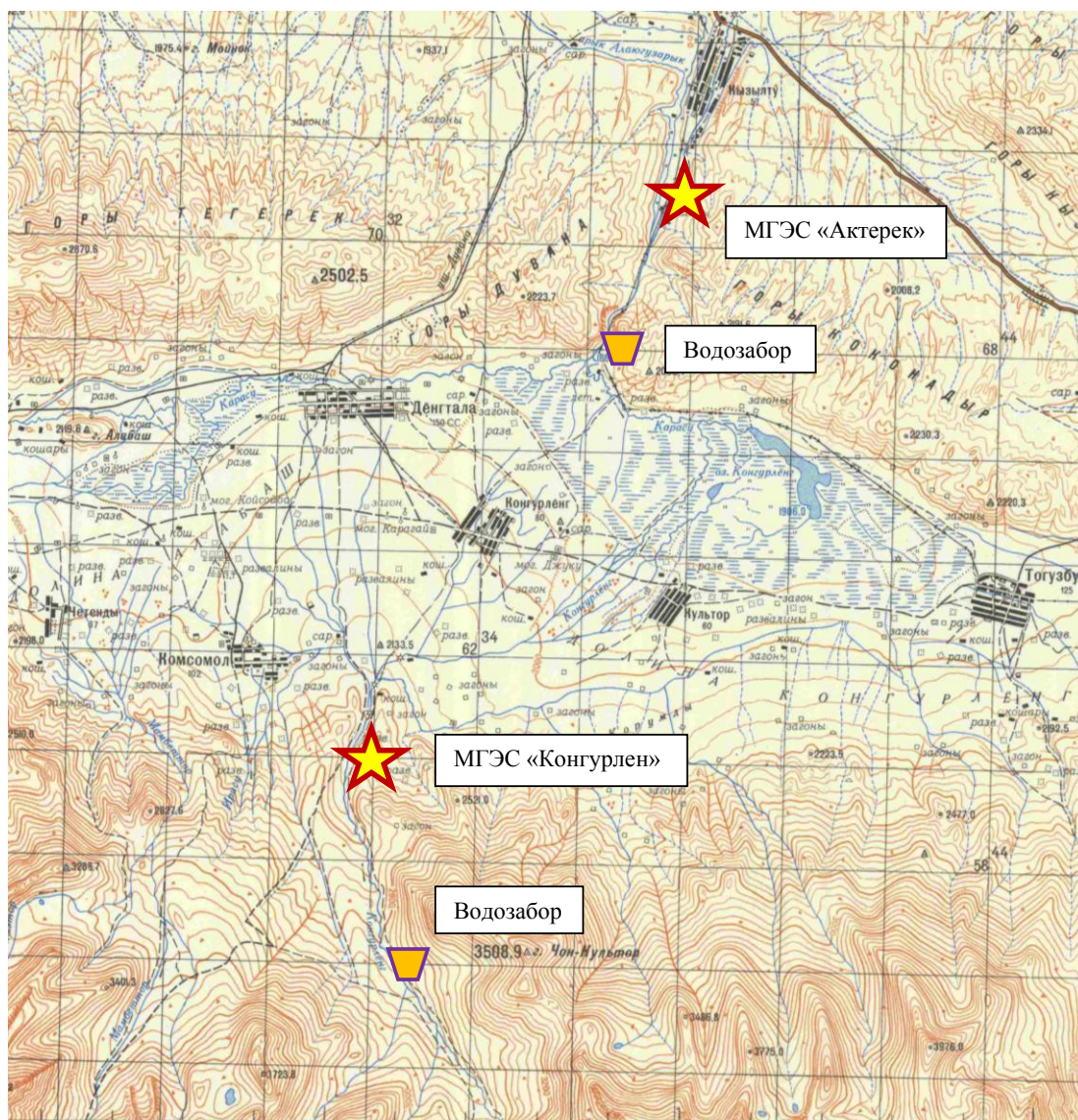


Рис. 5. Река Актерек с притоком Конгурлен и размещенными малыми ГЭС.

Для определения **экономического** гидроэнергетического потенциала реки Турсу были проведены теоретические исследования гидроэнергетических характеристик реки Турсу и определено размещение МГЭС «Турсу», показанное на рисунке 6.

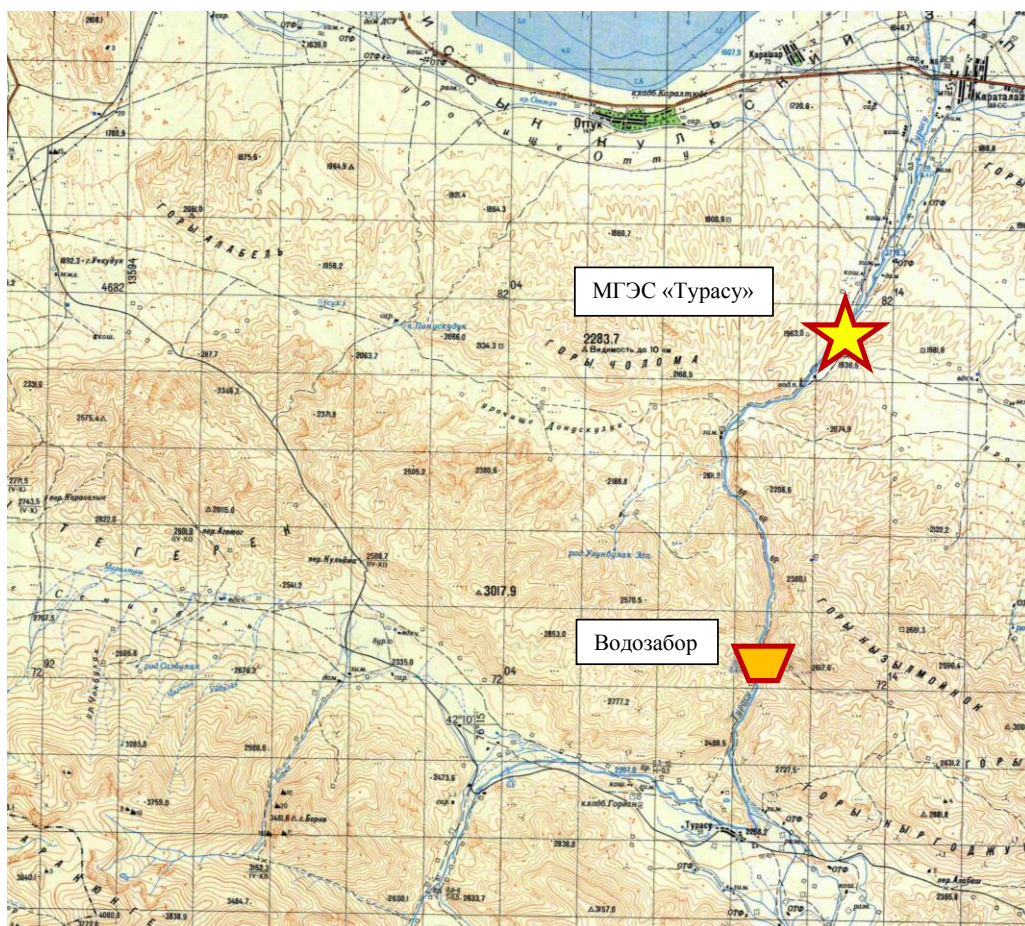


Рис. 6. Размещение М ГЭС «Турасу» на реке Турасу.

При определении **экономических гидроэнергетических потенциалов** рек Тосор, Тон с притоком Аксай, Актерек и Турасу приняты средние месячные расходы воды, равные 80% от расхода воды в реках при сработке воды через гидротурбины предлагаемой ГЭС.

Экономические гидроэнергетические потенциалы рек - Тонского района по мощности P_{Σ} и энергии E_{Σ} предлагается определять для зимнего и летнего расхода воды рек, с учётом коэффициента полезного действия, равного 80 %, по формуле:

$$P_{\Sigma} = Q_{\Sigma} * H_{\Sigma} * g * \eta_{\text{кпд}}, \text{ кВт}, \quad (9)$$

где: Q_{Σ} –расход воды, равный 0,8 среднего ме-

сячного расхода, $\text{м}^3 / \text{с}$;

H_{Σ} – напор воды перед гидротурбиной, м;

$g = 9,81$ – ускорение свободного падения, $\text{м} / \text{с}^2$;

$\eta_{\text{кпд}} = 0,8$ - коэффициент полезного действия.

$$E_{\Sigma} = P_{\Sigma} * \mathbf{Ч}, \text{ кВт-ч / период}, \quad (10)$$

где: $\mathbf{Ч} = 600$ - количество часов работы малой ГЭС в определённые месяцы года.

Расчёты **экономических** гидроэнергетических потенциалов по мощности и электроэнергии рек Тосор и Тон Тонского района, по месяцам, за холодный период года – с ноября по апрель месяц, за тёплый период – с мая по октябрь и за 12 месяцев года, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Мощность и возможная электроэнергия МГЭС на реках Тосор и Тон

Месяц	Мощность и энергия МГЭС «Тосор»				Мощность и энергия МГЭС «Тон»			
	Расход воды, куб. м/с	Напор воды, м	Мощность, кВт	Энергия, млн. кВт-ч	Расход воды, куб. м/с	Напор воды, м	Мощность, кВт	Энергия, млн. кВт-ч
1	1,2	1980-1680	2900	1,7	1,4	2050-1880	1900	1,1
2	1,2	1980-1680	2900	1,7	1,4	2050-1880	1900	1,1
3	1,2	1980-1680	2900	1,7	1,4	2050-1880	1900	1,1
4	1,2	1980-1680	2900	1,7	1,4	2050-1880	1900	1,1
5	1,4	1980-1680	3400	2,0	1,4	2050-1880	1900	1,1
6	1,8	1980-1680	4300	2,6	1,4	2050-1880	1900	1,1
7	3,0	1980-1680	7200	4,3	3,7	2050-1880	5000	3,0
8	4,0	1980-1680	9600	5,8	4,0	2050-1880	5400	3,2
9	4,0	1980-1680	9600	5,8	2,7	2050-1880	3700	2,2
10	2,8	1980-1680	6700	4,0	1,4	2050-1880	1900	1,1
11	2,5	1980-1680	6000	3,6	1,2	2050-1880	1600	1,0
12	2,1	1980-1680	5000	3,0	1,2	2050-1880	1600	1,0
11-4	1,6 срх	300	3800	13,4	1,3 срх	170	1800	6,4
5-10	2,8 срт	300	6800	24,5	2,5 срт	170	3300	11,7
1-12	2,2 срг	300	5300	37,9	1,9 срг	170	2550	18,1

Расчёты экономических гидроэнергетических потенциалов по мощности и электроэнергии рек Актерек и Турасу Тонского района, по месяцам, за холодный период года – с ноября по апрель месяц, за тёплый период - с мая по октябрь и за 12 месяцев года, приведены в таблице 3.

Таблица 3

Мощность и возможная электроэнергия МГЭС на реках Актерек и Турасу

Месяц	Мощность и энергия МГЭС «Актерек»				Мощность и энергия МГЭС «Турасу»			
	Расход воды, куб. м/с	Напор воды, м	Мощность, кВт	Энергия, млн. кВт-ч	Расход воды, куб. м/с	Напор воды, м	Мощность, кВт	Энергия, млн. кВт-ч
1	4,5	1900-1760	5000	3,0	1,1	2100-1870	2000	1,2
2	4,5	1900-1760	5000	3,0	1,1	2100-1870	2000	1,2
3	3,8	1900-1760	4300	2,6	1,1	2100-1870	2000	1,2
4	3,1	1900-1760	3500	2,1	1,2	2100-1870	2200	1,4
5	2,6	1900-1760	2900	1,7	3,1	2100-1870	5700	3,4
6	2,1	1900-1760	2400	1,4	6,5	2100-1870	11900	7,1
7	2,3	1900-1760	2600	1,6	6,7	2100-1870	12300	7,3
8	2,6	1900-1760	2900	1,8	4,5	2100-1870	8300	5,0
9	2,4	1900-1760	2700	1,6	1,8	2100-1870	3300	2,0
10	2,5	1900-1760	2800	1,7	1,3	2100-1870	2400	1,4
11	2,7	1900-1760	3000	1,8	1,1	2100-1870	2000	1,2
12	3,6	1900-1760	4000	2,4	1,0	2100-1870	1800	1,1
11-4	3,7 срх	140	4100	14,9	1,1 срх	230	2000	7,3
5-10	2,1 срт	140	2700	9,8	4,0 срт	230	7400	26,5
1-12	2,9 срг	140	3400	24,7	2,5 срг	230	4700	33,8

Малая ГЭС «Тосор» мощностью 9600 кВт может выработать 38 млн. кВт-ч электроэнергии в год, при 287 млн. кВт-ч валового гидроэнергетического потенциала реки Тосор, что составляет 13% от валового гидроэнергетического потенциала реки Тосор.

Малая ГЭС «Тон» мощностью 5400 кВт может выработать 18 млн. кВт-ч электроэнергии в год, при 221 млн. кВт-ч валового гидроэнергетического потенциала реки Тосор, что составляет 8% от валового гидроэнергетического потенциала реки Тон.

Малая ГЭС «Актерек» мощностью 5000 кВт может выработать 25 млн. кВт-ч в год, при 175 млн. кВт-ч валового гидроэнергетического потенциала реки Актерек, что составляет 14% от валового гидроэнергетического потенциала реки Актерек.

Малая ГЭС «Турасу» мощностью 12000 кВт может выработать 34 млн. кВт-ч в год, при 250 млн. кВт-ч валового гидроэнергетического потенциала реки Турасу, что составляет 14% от валового гидроэнергетического потенциала реки Турасу.

Экономически возможная мощность – 32 тыс. кВт и электроэнергия 115 млн. кВт-ч могут быть получены от предполагаемых малых ГЭС, размещаемых на реках Тосор, Тон, Актерек и Турасу Тонского района.

Литература:

1. Аламанов С., Сакиев К., Ахмедов С. и др. Физическая география Кыргызстана. - Бишкек: Турат, 2013 - 588 с.
2. Основные гидрологические характеристики. Государственный водный кадастр. - Том14. Средняя Азия. - Ленинград: Гидрометеиздат, 1979. - 298 с.
3. Материалы Государственного комитета по Метеорологии Кыргызской Республики. - Бишкек.
4. Маматканов Д.М., Бажанова Л.В., Романовский В.В. Водные ресурсы Кыргызстана на современном этапе. - Бишкек: Илим, 2006. - 276 с.
5. Карты генштаба СССР – архив топографических карт.
6. Липкин В.И. Гидроэнергетические потенциалы рек Джууку и Чон-Кызыл-Суу Иссык-Кульского бассейна. / Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2019. №. 4. С. 260-263.
7. Липкин В.И., Кожобаев К.А., Догду Е. Гидроэнергетические потенциалы рек иссык-кульского района Иссык-Кульской области на примере реки Чон-Аксу. Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2016. №. 9. С. 144-148.