

Липкин В.И., Кожобаев К.А., Догду Емрах

ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОТЕНЦИАЛЫ РЕК ИССЫК-КУЛЬСКОГО РАЙОНА ИССЫК-КУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ЧОН-АКСУ

V.I. Lipkin, K.A. Kojobayev, Dogdu Emrah

HYDROPOWER POTENTIAL OF RIVERS OF THE ISSYK-KUL DISTRICT ISSYK-KUL OBLAST ON THE EXAMPLE OF THE RIVER CHON-AKSU

УДК:330:338.09

Ысык-Көл облусундагы Ысык-Көл районунун эң чоң Чон-Аксу суусунун мүнөздөмөсү берилген. Эсептөө усулу берилген. Изилдөөлөрдүн негизинде бул суунун суммалык, техникалык жана экономикалык гидроэнергетикалык потенциалдары эсептелген.

Негизги сөздөр. *Ысык-Көл району, Чон-Аксу суусу, суунун гидроэнергетикалык потенциалы.*

Дана характеристика наибольшей реки Исык-Кульского района Исык-Кульской области - реки Чон-Аксу. Показана методика расчета. На основе исследований рассчитаны суммарный, технический и экономический гидроэнергетические потенциалы этой реки.

Ключевые слова. *Исык-Кульский район, река Чон-Аксу, гидроэнергетический потенциал реки.*

It is given the characteristic of biggest river Chon-Aksu in Issyk-Kul district of Issyk-Kul region. There were shown the methods of calculation. The total, technical and economic hydropower potential of the river was calculated on the basis of research.

Key words. *Issyk-Kul region, the river Chon-Aksu, hydropower potential of the river.*

Введение. В странах мира: увеличивается потребление энергии, растут цены на ископаемые энергоносители, сокращаются доказанные мировые запасы на многие ископаемые виды топлива, меняется энергетическая политика мировых держав, определяющее значение приобретает переход на энергосберегающие и ресурсосберегающие технологии [1]. В мире, включая Турецкую и Кыргызскую Республики, уже несколько десятилетий возрастает заинтересованность в использовании новых возобновляемых источников энергии (ВИЭ) – воды, ветра, солнца, биоматериалов, геотермики [2].

При рассмотрении гидроэнергетических потенциалов рек, часто в средствах массовой информации, а иногда и в специализированных источниках информации (журналах, книгах, отчетах и т.п.) не говорится о каких гидроэнергетических потенциалах идет речь: валовых (суммарных), технических или экономических. Поэтому у части людей, имеющих и не имеющих отношение к энергетике - местных жителей, депутатов, членов правительства и других, возникают ошибочные представления о гидроэнергетических потенциалах той или иной реки, участка,

района, области или государства в целом. В данной статье авторы на примере одной наибольшей реки Исык-Кульского района Исык-Кульской области - реки Чон-Аксу рассчитывают и показывают ее различные гидроэнергетические потенциалы.

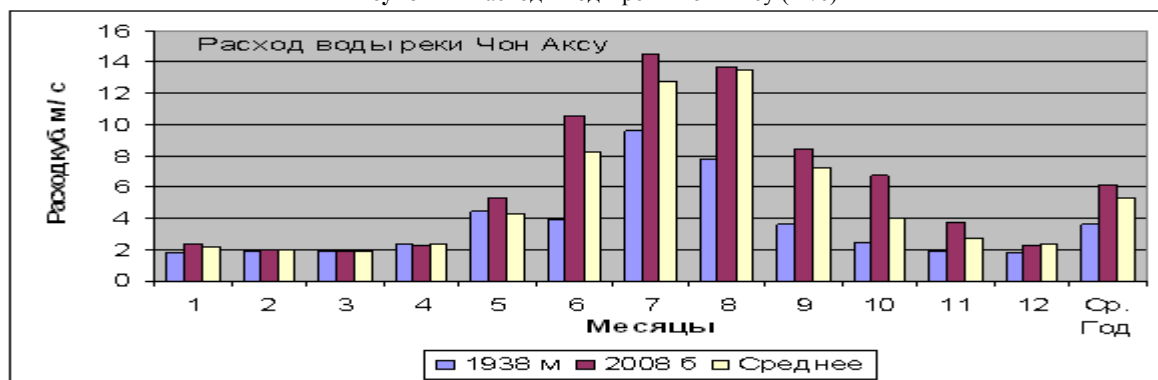
Методика исследований. Исследования заключались в сборе материалов по различным стокам по всем имеющимся гидропостам и их обработке. Определения уклонов и градиентов уклонов реки производились по карте 1:50000 масштаба, а также их уточнения по непосредственным измерениям с помощью JPS.

Описание объекта исследования. Для наглядного представления района расположения смотрите карту с рекой Чон Ак-Суу (см. рисунок 3).

Площадь водосбора реки составляет 337 кв. км, длина реки равна 49 км. В реку впадают 36 притоков общей длиной 135 км. Из карты можно видеть, что река берет начало из ледников хребта Кунгей Ала-Тоо, почти половины своей протяженности течет в восточном направлении, потом резко сворачивает на юг и вплоть до Григорьевкой щели (ущелья) «собирает многочисленные притоки» с обеих берегов. В Григорьевской щели количество притоков резко уменьшается, а при выходе из щели (из предгорий) в Исык-Кульскую долину река Чон-Аксу зарегулирована тремя оросительными каналами и расходится также по рукавам. Источниками питания реки являются талые воды сезонных снегов и талые воды «вечных» снегов и ледников. Дождевые воды в стоке рек оказываются незначительными. Подземные воды в питании реки имеют решающее значение в холодный период года. Расход воды в половодье летом более чем в 6 раз превышает расход воды в межень.

Изменения средних месячных расходов воды в течение года реки Чон-Аксу, показаны на рисунке 1. Данные по расходам реки до 1990-х годов взяты для наиболее типичного (среднего по расходам) года. После 1990-х годов, когда гидропосты на таких малых реках перестали работать, в непосредственном определении расходов воды рек активное участие принимали сотрудники Института водных проблем и гидроэнергетики НАН КР, в том числе и один из авторов данной статьи.

Рисунок 1 - Расходы воды реки Чон-Аксу (м³/с)



Из рисунка 1 ясно видно, что: а) по сравнению с летними периодами, в зимние периоды (ноябрь-апрель) расходы реки резко сокращаются; б) после 1990-х годов отмечается повышение среднего расхода рассматриваемой реки.

Ниже в виде графика даны изменения высоты русла реки от устья (берег озера Иссык-Куль) к ее верховью. Видно, что разница высот от устья до верховья реки Чон-Аксу доходит до порядка 2000 метров. Уклоны данной реки наиболее близко аппроксимируются уравнением регрессии, выражаемой квадратичной функцией типа: $y = ax^2 + bx + c$ (см. рисунок 2).

Рисунок 2. Уклоны русла реки Чон-Аксу



Определение гидроэнергетических потенциалов

Валовый гидроэнергетический потенциал реки $\mathcal{E}_в$ определяется как суммарная гидроэнергия **всех** **участков реки** по известной формуле:

$$\mathcal{E}_в = \sum_{i=1}^n 0,5 (Q_{нi} + Q_{кi}) * \Delta H_i * g * 8760, \text{ кВт-ч / год} \quad (1)$$

где: n – количество определяемых участков по длине реки; $Q_{нi}$ и $Q_{кi}$ – средний годовой расход воды за период наблюдений в начале и конце i -го участка, м³/с; ΔH_i – разность высотных отметок начального и конечного створа i -го участка, м; $g = 9,81$ – ускорение свободного падения, м / с²; 8760 - количество часов в году.

Технический гидроэнергетический потенциал реки P_t определяется по той же формуле, но вместо всех участков по длине реки, берется суммарная гидроэнергия **отдельных, выбранных участков реки**.

Согласно оценкам института Средазгидропроект имени С.Я. Жука [3] технический гидроэнергетический потенциал для рек Иссык-Кульского бассейна составляет примерно **55 %** от валового гидроэнергетического потенциала.

Экономический гидроэнергетический потенциал рек по мощности $\mathcal{E}\mathcal{э}$ определяется с учётом социального, экономического и технологического состояния данного региона и составляет около **50 % от технического** гидроэнергетического потенциала [3].

Гидроэнергетические потенциалы реки Чон-Аксу

Основные гидроэнергетические характеристики и гидроэнергетический потенциал, определенный Большаковым М.Н. и Шпаком В.Г. [4] для реки Чон-Аксу представлены в таблице 1.

Валовый гидроэнергетический потенциал по мощности и гидроэнергии реки Чон-Аксу определённый в ИВПиГЭ [3] и вновь рассчитанный, с учетом коэффициентов института Средазгидропроект, технический гидроэнергетический потенциал реки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные гидрографические и гидроэнергетические характеристики реки Чон-Аксу по [4] и [3]

Река	Учтенный участок			Мощность, тыс. кВт		Гидроэнергия, млн. кВт-ч / год	
	Длина, км	Сток, от...до м ³ /с	Высота, м	Валовая	Техническая	Валовая	Техническая
Чон-Аксу [4]	24	1,52-5,14	1047	-	-	34,2	296
Чон-Аксу [3]	49	0,0-5,26	1885	48,6	426	26,7	234

При исследовании гидроэнергетических характеристик реки Чон-Аксу **валовая** гидроэнергетическая мощность $\mathcal{P}\mathcal{в}$, кВт определялась по формуле :

$$\mathcal{P}\mathcal{в} = 0,5 * \mathcal{Q}\mathcal{с} * \Delta\mathcal{H} * 9,81, \text{ кВт}, \tag{2}$$

где: $\mathcal{Q}\mathcal{с}$ – среднегодовой расход воды реки за период наблюдений, куб. м / с;

$\Delta\mathcal{H}$ – разность высотных отметок от истока до устья – 1607 м н.у.м., м.

Потенциальные валовые годовые количества гидроэнергии реки $\mathcal{E}\mathcal{в}$ определялись по формуле: $\mathcal{E}\mathcal{в} = \mathcal{P}\mathcal{в} * 8760$, млн. кВт-ч / г; $\tag{3}$

Определения валовых гидроэнергетических потенциалов реки выполнены по формулам 2-3 и результаты вычислений сведены в таблицу 3.

Для определения технического гидроэнергетического потенциала реки Чон-Аксу были проведены теоретические исследования гидроэнергетических характеристик участков в нижнем течении реки.

Технический гидроэнергетический потенциал реки по мощности $\mathcal{P}\mathcal{т}$ определялся как мощность отдельных, выбранных участков реки [4] по формуле:

$$\mathcal{P}\mathcal{т} = \sum_{i=1}^n 0,5 (\mathcal{Q}_{\mathcal{H}\mathcal{i}} + \mathcal{Q}_{\mathcal{K}\mathcal{i}}) * (\mathcal{H}_{\mathcal{H}\mathcal{i}} - \mathcal{H}_{\mathcal{K}\mathcal{i}}) * g; \tag{4}$$

где: $\mathcal{Q}_{\mathcal{H}\mathcal{i}}$, $\mathcal{Q}_{\mathcal{K}\mathcal{i}}$ – средний годовой расход воды в начале и в конце i-го выбранного участка реки; $\mathcal{H}_{\mathcal{H}\mathcal{i}}$, $\mathcal{H}_{\mathcal{K}\mathcal{i}}$ – высотные отметки начала и конца i-го выбранного участка.

Технический гидроэнергетический потенциал реки по гидроэнергии $\mathcal{E}\mathcal{т}$ определялся по формуле:

$$\mathcal{E}\mathcal{т} = \mathcal{P}\mathcal{т} * 8760, \text{ кВт-ч / г}; \tag{5}$$

Результаты вычислений технических гидроэнергетических потенциалов реки выполнены по формулам 2-5 и сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Гидроэнергетические потенциалы валовые, технические и экономические по мощноси и гидроэнергии реки Чон-Аксу

Река	Гидроэнергетические потенциалы					
	Валовый		Технический		Экономический	
	Мощность, тыс. кВт	Энергия, млн. кВт-ч	Мощность, тыс. кВт	Энергия, млн. кВт-ч	Мощность, тыс. кВт	Энергия, млн. кВт-ч
Чон -Аксу [4]	-	-	34,2	296	17,1	148
Чон -Аксу [3]	48,6	426	26,7	234	13,4	117
Чон -Аксу	41,8	366	18,0	158	6,0	42

Для определения экономического гидроэнергетического потенциала реки Чон-Аксу были проведены теоретические исследования гидроэнергетических характеристик реки и определены схемы размещения малых ГЭС. При рекогносцировочном обследовании реки Чон Аксу были выбраны два участка в нижнем течении реки для размещения каскада малых ГЭС, показанные на рисунке 3.

Экономические гидроэнергетические потенциалы реки Чон-Аксу, по мощности $Pэ$ и энергии $Ээ$ предлагается определять для зимнего и летнего расхода воды реки, с учётом коэффициента полезного действия, по формулам: $Pэ = Qг * H * g * КПД$, кВт; (06);

где: $Qг$ – гарантированный расход воды, куб. м / с; H – напор воды перед гидротурбиной, м; $КПД$ – коэффициент полезного действия, для данных условий принят 0,7.

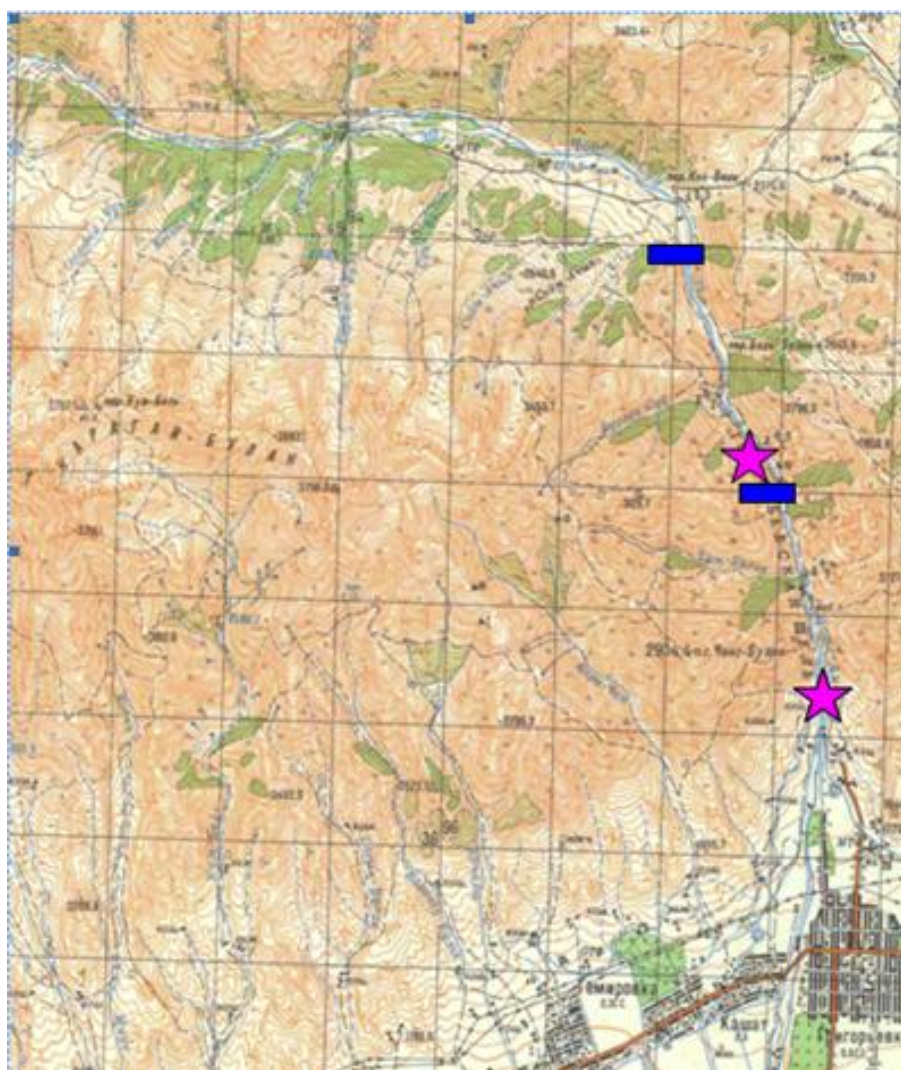


Рис.3. Река Чон-Аксу – общий вид на карте, схема расположения плотин (прямоугольники) и каскад малых ГЭС «Григорьевская 1, 2» (звездочки)

$Ээ = Pэ * (Чз + Чл)$, кВт-ч; (7); где: $Чз$, $Чл$ – количество часов работы малой ГЭС в номинальном режиме за летний и зимний период. Каждый период принят равным по 3500 часов.

Установленную мощность и выработанную электроэнергию малых ГЭС «Григорьевская - 1,2 » определяем предварительно по формулам (6 и 7) для зимнего и летнего расхода воды реки Чон-Аксу. Результаты расчёта установленной мощности и выработанной электроэнергии, в холодный период года – с ноября по апрель месяц и в тёплый период – с мая по октябрь, приведены в таблице 4.

Таблица – 4 Основные параметры малых ГЭС «Григорьевская – 1, 2»

Наименование малой ГЭС	Расход воды, м ³ /с	Напор воды, м	Мощность, кВт	Энергия, кВт-ч/г
Период – Ноябрь...Апрель				
Григорьевская -1	2.0	150	2000	7 000 000
Григорьевская -2	2.0	150	2000	7 000 000
Период – Май...Октябрь				
Григорьевская -1	4,0	150	4000	14 000 000
Григорьевская -2	4,0	150	4000	14 000 000
Всего		300	8000	42 000 000

Средняя годовая установленная мощность равная 6000 кВт и выработанная электроэнергия 42 млн. кВт-ч сведены в таблицу 3 для сравнения с валовым и техническим гидроэнергетическими потенциалами.

Основные выводы. Исходя из проведенных исследований, можно сделать следующие основные выводы:

1. Расходы воды самой наибольшей реки Иссык-Кульского района Иссык-Кульской области - реки Чон-Аксу в теплый («летний») период превышают расходы холодного («зимнего») периода примерно в шесть раз.

2. Из экономических соображений на реке Чон-Аксу наиболее целесообразно устройство двух малых ГЭС со строительством для каждой из них небольшой плотины с водохранилищем суточного регулирования расхода воды.

3. Технический гидроэнергетический потенциал реки Чон-Аксу составляет 37 % от валового [3] гидроэнергетического потенциала.

Экономический гидроэнергетический потенциал реки Чон-Аксу составляет 14-18 % от технического [3,4] гидроэнергетического потенциала.

Каскад из двух малых ГЭС «Григорьевская - 1, 2» может выработать в течение года 42 млн. кВт-ч электроэнергии (экономический гидроэнергетический потенциал), что составляет порядка 10 % от валового гидроэнергетического потенциала реки Чон-Аксу, равного 426 млн. кВт-ч в год.

Список использованных источников информации

1. Renewables. Global status report 2016. 2016y, 272p.
2. Медетбеков М.Т., Шукуров У.Ш., Калыков Ч.К., Толукбаев Ш.К. Некоторые аспекты использования ветроэнергетической установки (ВЭУ) в условиях рыночной экономики Кыргызстана.//Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана № 6,2016. Стр. 19-21.
3. Маматканов Д. М., Бажанова Л.В., Романовский В.В. Водные ресурсы Кыргызстана на современном этапе.- Бишкек: Илим, 2006.- 276 с.
4. Большаков М.Н., Шпак В.Г. Водноэнергетические ресурсы Киргизской ССР.- Фрунзе: Изд. АН Киргизской ССР, 1960.- 254 с.
5. Липкин В.И., Коккозов М.Е. Исследование гидроэнергетического технического потенциала основных рек Иссык – Кульско – Чуйского региона с учетом климатических изменений, НИР.- Бишкек: ИВПиГЭ, 2015.-179 с.

Рецензент: к.т.н. Кадыркулов С.С.