

**УДК 620.91**

О.А. ГУСЕВА, к.т.н., доцент (ЮУрГАУ)  
О.С. ПТАШКИНА-ГИРИНА, к.т.н., доцент (ЮУрГАУ)  
О.С.ВОЛКОВА, старший преподаватель (ЮУрГАУ)  
г. Челябинск

### **ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА МАЛЫХ РЕК НА ПРИМЕРЕ РЕКИ КАРАТАЛЫ-АЯТ**

В последнее время все больше внимания уделяется возобновляемым источникам энергии, в частности малой гидроэнергетике. В России по классификации к малым относят гидроэлектростанции мощностью до 10 МВт. Малые ГЭС мощностью до 100 кВт принято относить к микро-, а менее 10 кВт – к наноГЭС [1].

С точки зрения распределения природных зон представляет интерес Челябинская область, в которой располагаются как степная зона, характеризующаяся реками казахстанского типа, так и горно-заводская зона - характеризующаяся более полноводными горными реками, преимущественно, берущими начало в Уральских горах. Большая часть рек зарегулированы плотинами, водохранилища которых используются либо использовались для нужд сельского хозяйства, горнодобывающей промышленности и т.д. [2].

До 70-х годов XX века на территории Челябинской области существовало около 14 гидросиловых установок, пристроенным к водохранилищам и находившимся преимущественно в горно-заводской зоне. На сегодня не осталось ни одной работающей установки.

Челябинская область располагается на водоразделе бассейнов рек: Урал, Кама, Тобол. Водная сеть на 98% представлена малыми реками, которые имеют длину менее 200 км и протекают в пределах одной природно-климатической зоны [3].

Несмотря на незначительный гидроэнергетический потенциал малых рек, их энергетические ресурсы возможно использовать для децентрализованного электроснабжения небольших потребителей. Использование энергии алых рек позволит более комплексно использовать водные ресурсы и обеспечить рациональное природопользование [4].

Для определения гидроэнергетического потенциала малой реки и построения кадастра была взята типичная для степной зоны р.Караталы-Аят, расположенная в Карталинском районе Челябинской области и

---

имеющая длину около 200 км в пределах одной природно-климатической зоны.

Исток реки Караталы-Аят расположен между поселком Джабык и Запасное на высоте 430 м над уровнем моря и впадает в р. Аят. Площадь бассейна реки составляет 1870 кв. км, длина – 175 км. Долина реки широкая, уклон реки в пределах района составляет 1,7 м/км, местами с крутыми склонами. Русло слабоизвилистое, ширина не превышает 5- 6 м, скорость течения – 0,4-0,5 м/с. Небольшой уклон и невысокая скорость течения не позволяют использовать сток без напорного фронта [5].

На реке располагается несколько плотин, образующие водохранилища: у поселка Запасное, Система, с. Аннеское, поселка Родники, 3 пруда располагаются на реке у поселка Новониколаевка. Малая протяженность реки, небольшое количество атмосферных осадков и постоянное, в течение теплого сезона года, преобладание испаряемости над суммой осадков обуславливает как маловодность реки, так и крайнюю неустойчивость режима стока [6].

В качестве исходных материалов для расчета водно-энергетического кадастра были взяты топографические карты, наблюдения за водным стоком реки и высотные съемки продольного профиля реки [6].

Для анализа реки был использован метод «метод линейного учета», согласно которому река разбивается на участки. Так, по крупномасштабной топографической карте и продольному профилю реки, река была разбита на четыре участка, границы которых назначались в точках перелома профиля и в местах резкого нарастания приточности реки, т.е. у устья притока [7,8].

Для расчета мощности потока было применено уравнение Д.Бернулли для граничных створов участков, сосредоточившее в себе учет как потенциальной энергии положения, потенциальной энергии давления, так и кинематическую энергию [9].

Разбив реку на четыре участка, был определен водно-энергетический кадастр, состоящий из продольного профиля реки, зависимости изменения расхода и площади водосбора по длине водотока (рисунок 1), зависимости изменения мощности водотока по его длине, зависимость изменения удельной потенциально и изменение потенциальной мощности на единицу площади водосбора для расчетного створа (рисунок 2).

Суммарная потенциальная мощность определена в размере 996 кВт. Наиболее перспективным в энергетическом отношении является участок 2-3. В целом гидравлическая энергия реки крайне неравномерно рассеянная, поэтому для ее использования целесообразно пристраивать микроГЭС к существующим напорным гидроузлам в пределах участка 2-3.

В качестве примера пристроя микроГЭС к такому гидроузлу был взят гидроузел «Попов Брод», расположенный у поселка Родники.

Статистические данные среднегогодового стока воды р. Караталы-Аят позволили определить средний многолетний 75% сток, равный 0,22 м<sup>3</sup>/с. Разность уровней верхнего и нижнего бьефов позволили определить напор, который составил 6,1 м. Так, валовый потенциал гидроузла составил 13,76 кВт. Установка компактного гидроэнергетического блока, поставляемого в сборе позволит сократить затраты на монтаж, однако, затраты на гидросиловое оборудование будут составлять около 50%. Выработанную электрическую энергию можно использовать для нужд близлежащего потребителя – станции водоочистки. При этом срок окупаемости капиталовложений составит 3,9 года.

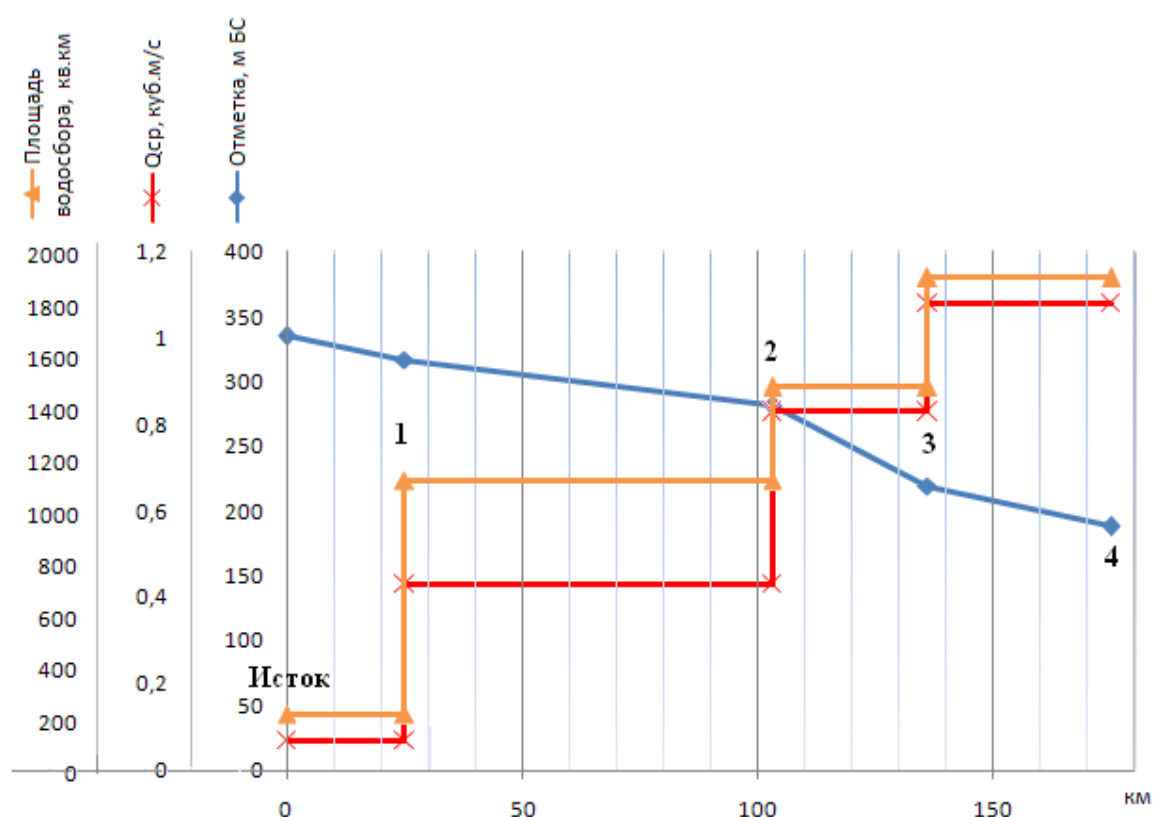


Рисунок 1 – Продольный профиль реки с характеристиками водотока

Суммарная потенциальная мощность определена в размере 996 кВт. Наиболее перспективным в энергетическом отношении является участок 2-3. В целом гидравлическая энергия реки крайне неравномерно рассеянная, поэтому для ее использования целесообразно пристраивать микроГЭС к существующим напорным гидроузлам в пределах участка 2-3.

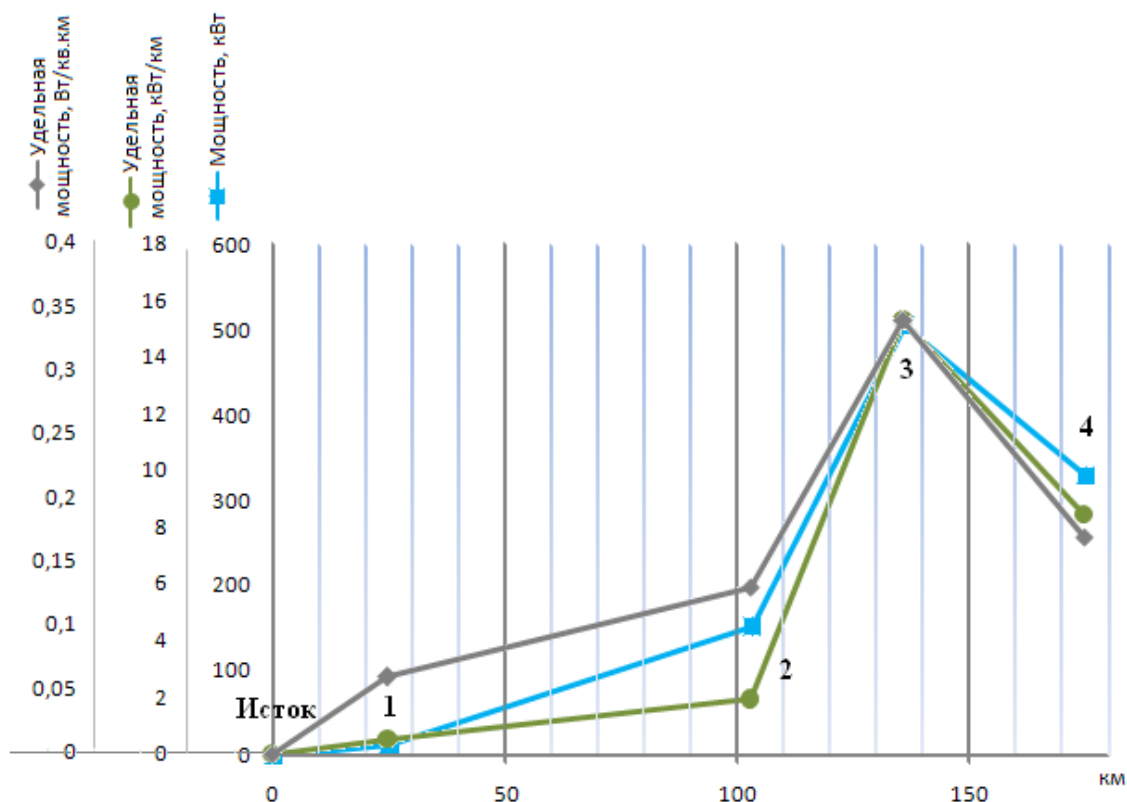


Рисунок 2 – Энергетические показатели водотока

В качестве примера пристроя микроГЭС к такому гидроузлу был взят гидроузел «Попов Брод», расположенный у поселка Родники.

Статистические данные среднемноголетнего стока воды р. Караталы-Аят позволили определить средний многолетний 75% сток, равный 0,22 м<sup>3</sup>/с. Разность уровней верхнего и нижнего бьефов позволили определить напор, который составил 6,1 м. Так, валовый потенциал гидроузла составил 13,76 кВт. Установка компактного гидроэнергетического блока, поставляемого в сборе позволит сократить затраты на монтаж, однако, затраты на гидросиловое оборудование будут составлять около 50%. Выработанную электрическую энергию можно использовать для нужд близлежащего потребителя – станции водоочистки. При этом срок окупаемости капиталовложений составит 3,9 года.

#### Список литературы:

1. Гусева О.А. Гидросиловое оборудование для малой гидроэнергетики / Гусева О.А., Пташкина-Гирина О.С. / Материалы научно-практического семинара: Альтернативная энергетика и энергосбережение в регионах России.. Астраханский государственный университет; составитель Л. Х. Зайнутдинова. 2010. С. 40-44.

---

2. Гусева О. А. Использование гидроэнергетического потенциала готовых напорных гидроузлов для электроснабжения сельскохозяйственных потребителей (на примере Челябинской области): дис. ... канд. техн. наук. Челябинск, 2014. 196 с.

3. Саплин Л.А., Пташкина-Гирина О.С. Гидроэнергетический потенциал стока рек Южного Урала // Достижения науки и техники АПК.– 2011. - №12. - С.67-69.

4. Пташкина-Гирина О.С., Гусева О.А. Гидроэнергетический потенциал напорных гидроузлов Челябинской области // Достижения науки и техники АПК. 2011. №8. С.66-68.

5. Сетевое издание «Chelindustry» [Электронный ресурс] URL:<https://chelindustry.ru/view2.php?idd=850&idotr=77&rr=8> (дата обращения: 09.10.2020)

6. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.11. Средний Урал и Приуралье //под редак. Н.М. Алюшинской. Л.: Гидрометеиздат.-1973г.- 844 с.

7. Энергетические ресурсы СССР. Гидроэнергетические ресурсы. /Под ред. Вознесенского А.Н. - М.: Наука, 1967.- 599 с.

8. Пташкина-Гирина О.С. Водноэнергетический кадастр р. Каратал-Аят / О.С.Пташкина-Гирина, В.С.Ткаченко // Материалы LV Международной научно-технической конференции: Достижения науки - агропромышленному производству. Секции 12-16: применение электрической энергии в сельском хозяйстве. Физика, химия и нанотехнология. Механика и математические методы. Безопасность жизнедеятельности и техническая эксплуатация автотранспорта. Тепловодогазоснабжение сельского хозяйства. ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет». 2016. С. 289-294.

9. Пташкина-Гирина О.С., Волкова О.С. Гидравлика и сельскохозяйственное водоснабжение: учебное пособие // Санкт-Петербург: Лань, 2017