

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА ГЭС НА ПРИТОКАХ РЕКИ СУЛАК ДАГЕСТАНСКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

М.Ш. Шехахмедов, В.П. Будовский

Системный оператор Единой энерготехнической системы,
Научно-технический центр Единой энерготехнической системы Противоаварийное управление

Предложен метод прогноза расхода воды по притокам горных рек на основе прогноза Гидрометеоцентра по основному руслу.

Приведены результаты сравнительного анализа существующего в настоящее время метода прогнозирования расхода воды по притокам реки Сулак Дагестанской энергосистемы в водохранилище и прогнозирования расхода воды на основании разработанной методики.

Ключевые слова: малые ГЭС, краткосрочное планирование режима.

В Дагестанской энергосистеме гидроэлектростанции являются основными объектами генерации, вырабатывают 98,84 % от общей выработки всех станций. В условиях высокой доли выработки гидрогенерации качественное планирование режима работы гидроэлектростанций является не только залогом выполнения требований рынка электрической энергии и мощности, но и обеспечивает: надежное функционирование энергосистемы, выполнение требований к качеству электрической энергии, выполнение согласованных сальдо-перетоков мощности с соседними энергосистемами, позволяет ввести более экономичный режим использования гидроресурсов (без выработок на гидроэлектростанциях в период минимальных ценовых зон и без риска холостых сбросов на ГЭС с небольшими объемами водохранилищ), позволяет оптимально учитывать интересы неэнергетических водопользователей в нижних бьефах плотин.

При формировании диспетчерского графика особенную сложность представляет планирование режима работы станций, осуществляющих суточное регулирование стока реки и относящиеся к верхним станциям Каскада ГЭС. К одной из таких станций в Дагестанской энергосистеме относится Гоцатлинская ГЭС (рис. 1). В настоящее время в Дагестанском РДУ планирование режима работы Гоцатлинской гидроэлектростанции на этапе краткосрочного планирования происходит на основании прогноза приточности воды, формируемого Гидрометцентром для реки Сулак, фактических данных приточности реки, рассчитываемых диспетчерским центром на момент осуществления прогноза (с учётом ожидаемых/прошедших осадков), на основании имеющихся данных собственного наблюдения диспетчерского центра по среднесуточным значениям приточности, ожидаемых изменений температуры окружающего воздуха в горной части бассейна рек.

Планирование режима работы Гоцатлинской ГЭС на сутки вперед осуществляется с учетом того, что станция относится к верхним станциям каскада гидроэлектростанций на реке Сулак (рис. 1), до нее не существует водохранилищ регулирующих сток, а собственный полезный объем бассейна суточного регулирования не велик по сравнению с приточностью реки в паводковый период.

Анализ многолетних данных приточности в бассейн суточного регулирования и осадков, предоставляемых Гидрометцентром для различных метеостанций (рис. 1) позволил сформировать эмпирическую формулу корректировки прогноза приточности в бассейн суточного регулирования ГЭС:

$$Q1_i = K_1 \cdot Q3_i + K_2 \cdot h2_{i-2} \cdot \text{Sign}(h1_{i-2} > h_{кр}) + K_3 \cdot h1_{i-2} \cdot \text{Sign}(h1_{i-2} \leq h_{кр}) \quad (1)$$

где $Q1_i$ – прогноз приточности воды в бассейн суточного регулирования ГЭС в $\text{м}^3/\text{с}$ на день i ; $Q3_i$ – прогноз расхода воды по реке Сулак, представляемый Гидрометцентром в $\text{м}^3/\text{с}$ на день i (откорректированный в соответствии с методикой [1]); $h1_{i-2}$ – осадки в мм фиксируемые на метеостанции Хунзах на день $i-2$; $h2_{i-2}$ – осадки в мм фиксируемые на метеостанции Кумух на день $i-2$; $h_{кр}$ – критический уровень осадков в мм.

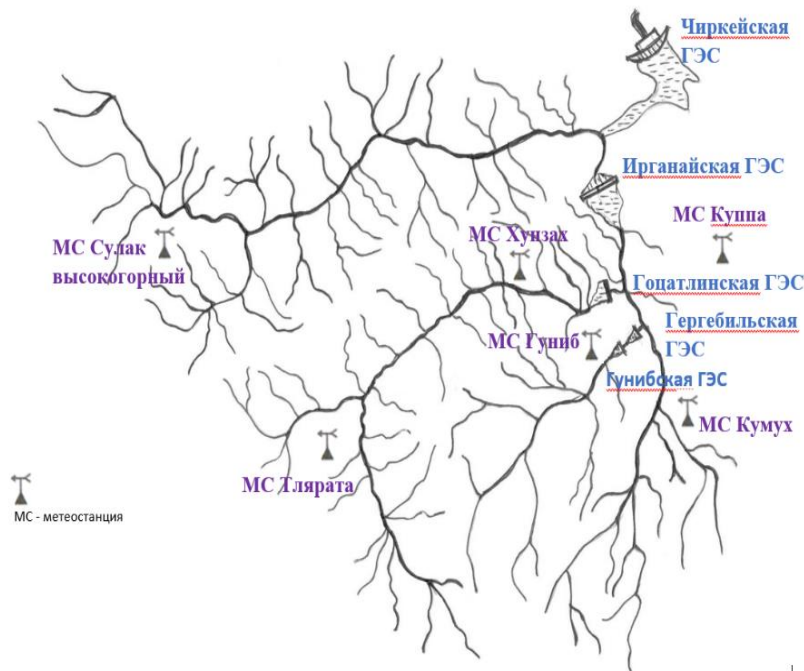


Рис. 1. Расположение ГЭС и метеостанций в бассейне реки Сулак

Точки учета осадков были выбраны исходя из наибольшего корреляционного коэффициента между значениями приточности в верхний бьеф Гопатлинской ГЭС и осадками в течение дня $i-2$ в месте расположения метеостанций. Это метеостанции Хунзах и Кумух.

Коэффициенты K_1 , K_2 и K_3 зависят от реальных данных по приточности воды в бассейн суточного регулирования, расхода воды по реке Сулак, осадкам, фиксируемому в выбранных местах расположения метеостанций, и соответствующим прогнозным значениям указанных параметров.

Коэффициенты K_1 и K_3 определяются методом наименьших квадратов.

$$K_1 \sum_{i=3}^{12} Q_{3i} Q_{3i} + K_3 \sum_{i=3}^{12} h_{1i-2} Q_{3i} = \sum_{i=3}^{12} Q_{1i} Q_{3i};$$

$$K_1 \sum_{i=3}^{12} Q_{3i} h_{1i-2} + K_3 \sum_{i=3}^{12} h_{1i-2} h_{1i-2} = \sum_{i=3}^{12} Q_{1i} h_{1i-2}.$$

Критический уровень осадков $h_{кр}$ по которому менялась их точка учета в выражении (1) и K_2 , определяются на основании серии расчетов среднеквадратичной ошибки прогноза при различных $h_{кр}$ и K_2 , в результате выбираются значения, которые соответствуют наименьшей среднеквадратичной ошибке прогноза.

Оптимальному решению, в смысле минимума среднеквадратичного отклонения прогноза от реального значения притока в верхний бьеф Гопатлинской ГЭС, будут соответствовать следующие значения параметров прогнозной формулы (1):

$$K_1 = 0.41, K_2 = 9, K_3 = 0.40, h_{кр.} = 15.$$

В результате анализа данных прогноза, представляемого Гидрометцентром и фактических данных расхода воды, было определено, что наилучшее решение достигается при линейной корректировке указанного прогноза усреднённым значением отклонения прогноза от фактического расхода за несколько предшествующих дней.

Список литературы

1. Шехахмедов М.Ш., Будовский В.П. Прогнозирование расходов воды притоков реки Сулак для планирования выработки электроэнергии ГЭС Дагестанской энергосистемы. – Энергетик, 2019, №4, с. 31–34.