

# **РАБОТА АВТОМАТИКИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЧАСТОТЫ И ПЕРЕТОКОВ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ПРИ НАЛИЧИИ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ КАСКАДА ГЭС**

**В.Е. Глазырин, М.С. Гулмамадов**

**Новосибирский государственный технический университет,  
факультет энергетики, кафедра ЭлСт.**

**[muhammadsti95@gmail.com](mailto:muhammadsti95@gmail.com)**

Потребители электрической энергии – промышленные, сельскохозяйственные, коммунально-бытовые предприятия, освещение, электрифицированный транспорт, жилищно-коммунальное хозяйство и др. – в силу специфики своей работы и соответственно электропотребления обуславливают неравномерную электрическую нагрузку в энергосистемах, изменение которой во времени представляется в виде графиков нагрузки. Такие графики характеризуют изменение нагрузки в течение суток, недели, месяца, года. В различных странах в зависимости от климатических и социально-экономических условий графики нагрузок имеют особенности [1].

Основной характеристикой, определяющей режим работы энергосистемы, является суточный график нагрузки энергосистемы, в том числе график максимального рабочего дня, который характеризуется наибольшей суточной нагрузкой энергосистемы, график среднего рабочего дня и график минимального (обычно воскресного) дня, характеризуемый наименьшей нагрузкой. Форма суточного графика нагрузки энергосистемы определяется характером и продолжительностью работы потребителей электроэнергии [1,4].

В объединенных энергосистемах (ОЭС) график нагрузки обычно является более плотным и что обуславливает относительное снижение максимума нагрузки, особенно если ОЭС располагается в нескольких часовых поясах.

Работа ГЭС в энергосистеме имеет определенные особенности, вызванные зависимостью от речного стока и от режимов работы водохранилищ комплексного назначения, а также ограничениями по условиям нижнего бьефа и охраны окружающей среды. Водоохранилища ГЭС в зависимости от полезной емкости могут обеспечивать суточное, недельное, сезонное и многолетнее регулирование. При этом, однако, в неблагоприятный по водности год (обычно в качестве расчетного принимается маловодный год с 90–95% обеспеченности) ГЭС должны обеспечить расчетную

гарантированную энергоотдачу для покрытия своей части графика нагрузок энергосистемы [1,5].

Водохранилище суточного регулирования позволяет перераспределить естественный суточный сток для обеспечения покрытия пиковой части графика нагрузок, используя неравномерный режим работы ГЭС.

Водохранилище недельного регулирования позволяет уменьшить мощность и выработку электроэнергии на ГЭС в выходные дни, а неиспользованный сток запастать в водохранилище и использовать в рабочие дни недели, обеспечивая повышение энергоотдачи ГЭС.

Водохранилища сезонного и многолетнего регулирования обеспечивают в маловодный период покрытие ГЭС пиковой части суточного графика нагрузок за счет естественного притока воды в водохранилище в течение суток и сработки части полезного объема, ранее накопленного в водохранилище.

На ГЭС с водохранилищем, имеющим значительную полезную емкость, целесообразно размещать аварийный резерв системы с длительным временем работы. На ГЭС также размещают нагрузочный резерв системы для поддержания частоты в энергосистемах [6].

Работа ОЭС с большим удельным весом ГЭС зависит от регулирования стока водохранилищами, а также от регулирования энергоотдачи при совместной работе в энергосистеме каскадов ГЭС вследствие естественной асинхронности стока рек.

Одним из основных параметров режима работы энергосистемы является частота. Для поддержания частоты в допустимых пределах необходимо соблюдение баланса генерируемой и потребляемой мощностей [2]. Для поддержания баланса мощностей в системе используется автоматика регулирования частоты и перетоков активной мощности (АРЧМ). Этот вид автоматики должен обеспечивать поддержание среднего отклонения номинального значения частоты с допустимым отклонением, не превышающим  $\pm 0,05$  Гц. Основными задачами АРЧМ при распределении заданий на выработку активной мощности между ГЭС являются следующие [2,3,7]:

- автоматическое астатическое регулирование частоты в объединённой энергосистеме;
- автоматическое ограничение перетоков мощности по системообразующим связям (исключение перегрузок по току);
- автоматическое управление перетоком мощности в заданном сечении с коррекцией по частоте (режим АРПЧ).

АРЧМ энергосистемы обеспечивает автоматическое поддержание заданной мощности электростанций со статизмом по частоте, что необходимо для их участия в первичном регулировании частоты. Эта система позволяет автоматически корректировать задания активной мощности, выдаваемые на электростанции. ГЭС, по сравнению с другими видами электростанций, позволяют наиболее оперативно осуществлять регулирование активной мощности, в том числе и для поддержания частоты в энергосистеме. Для реализации управляющих воздействий от АРЧМ энергосистемы на ГЭС используются групповые регуляторы частоты и активной мощности (ГРАМ) [2].

Основными требованиями к системе ГРАМ на ГЭС являются:

-обеспечение участия ГЭС в регулировании режима работы энергосистемы по частоте и перетокам активной мощности, при выполнении которого не должен препятствовать работе первичных регуляторов, выполняющих функцию первичного регулирования частоты (общего и нормированного), и реализовывать управляющие воздействия вторичного регулирования, получаемые от АРЧМ;

-регулирование активной мощности при выполнении заданий по вторичному регулированию должно выполняться в автоматическом режиме без участия оперативного персонала станции в пределах заданных значений резервов для вторичного регулирования;

-переходный процесс изменения активной мощности, обусловленного вторичным регулированием должен иметь апериодический характер без перерегулирования;

-при реализации изменения активной мощности в рамках вторичного регулирования отклонение от задания не должно превышать 1 % номинальной мощности станции.

### **Заключение**

Рассмотрены вопросы взаимодействия устройств режимной автоматики ГЭС с автоматикой регулирования частоты и перетоков активной мощности объединённой энергосистемы.

Сформулированы требования к системам группового регулирования частоты и активной мощности ГЭС для обеспечения их совместной работы с автоматикой регулирования частоты и активной мощности объединённой энергосистемы.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. Развитие теплоэнергетики и гидроэнергетики [Электронный ресурс].– URL: <http://energetika.in.ua/>

2. Дроздов А.Д., Засыпкин А.С., Аллилуев А.А., Савин М.М. Автоматизация энергетических систем. М.: Энергия, 1977. 440 с.
3. СТО 59012820.27.100.003-2012. Регулирование частоты и перетоков активной мощности в ЕЭС России. Нормы и требования. Утвержден и введен в действие Приказом открытого акционерного общества «Системный оператор Единой энергетической системы» от 05.12.2012г. № 475. 27 с.
4. Методика поиска компромисных решений при формировании режимов функционирования каскада ГЭС [Электронный ресурс].– URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=40872727>
5. Комплексная оценка устойчивости гидрогенераторов каскада Виллойских ГЭС [Электронный ресурс].– URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41152692>
6. Режим работы каскада ГЭС с водохранилищем энергосельскохозяйственного назначения [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30189647>
7. Общие технические требования к управляющим подсистемам агрегатного и станционного уровней АСУ ТП ГЭС РД 153-34.0-35.519-98

Научный руководитель: В.Е. Глазырин, к.т.н., доцент кафедры электрических станций НГТУ(НЭТИ).