

УДК 621.316

**ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ОЭС ВОСТОКА ПУТЕМ ВВОДА
НОВЫХ РЕЗЕРВОВ НПРЧ**

А.В. Ладин, студент гр. м-ЭЛЭТ21; 2 курс; И.О. Шкода, студент гр. м-ЭЛЭТ21, 2 курс; И.Г. Кузнецов, студент гр. м-ЭЛЭТ21, 2 курс; В.В. Богданова, студент гр. м-ЭЛЭТ11, 1 курс;
Дунаева Татьяна Юрьевна, к.т.н., доцент кафедры «Электроэнергетика и электротехника»
ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»
г. Саратов

Аннотация: В статье рассматривается технологическое нарушение произошедшее в 2017 году в ОЭС Востока. Оцениваются последствия данного нарушения и предлагается решения для недопущения данной ситуации в будущем. Предлагаемое решение является универсальным и применимо к другим энергорайонам страны.

Ключевые слова: НПРЧ, Резерв мощности, Первичные резервы, Вторичные резервы, ГАЭС.

Сети ОЭС Востока имеют достаточно сложную конфигурацию и режимные параметры. Одной из особенностей ОЭС Востока (вторая синхронная зона ЕЭС России) является то, что она работает практически изолированно от общей энергосистемы страны и соединена с остальной частью ЕЭС России через вставку постоянного тока на ПС Могоча, которая имеет крайне ограниченную пропускную способность. Другой особенностью ОЭС Востока является то, что большая часть генерирующих мощностей значительно удалена от районов электропотребления. Основные источники генерации располагаются в северо-западной части ОЭС Востока, а потребления – на юго-востоке.

В структуре генерирующих мощностей преобладают тепловые электростанции (58,9 % от установленной мощности) [1], имеющие ограниченный диапазон регулирования и работающие с приоритетом на тепловую нагрузку. Эти особенности приводят к тому, что на сегодняшний момент одной из важнейших проблем ОЭС Востока является нехватка запасов НПРЧ.

Типовым решением обеспечения первичных резервов является создание большого запаса установленной мощности на электростанциях. Это приводит к снижению КИУМ для объектов генерации и повышению платы за «мощность» для потребителей.

Таким образом, основными проблемами энергосистемы региона, снижающими его надежность, являются:

- наличие достаточно большого количества «узких» мест;

- завышенная установленная мощность электростанций, при отсутствии на них достаточного количества первичных резервов;
- наличие устаревшего оборудования на ряде объектов и его высокая изношенность.

Наиболее ярким примером низкой надежности ОЭС Востока является технологическое нарушение, произошедшее 01.08.2017 года. В результате этого нарушения было отключено около 2 ГВт мощности. Произошел перерыв питания для 1,5°млн. жителей Хабаровского края, Приморского края и Амурской области. Без электроснабжения осталось множество крупных предприятий. Был потерян транзит мощности в КНР, что привело к денежным потерям для компании «Интер РАО». Суммарный ущерб от аварии составил несколько сотен миллионов рублей.

В процессе расследования аварии была выявлена следующая хронология событий. Незадолго до произошедшей аварии производился ремонт ВЛ 500 кВ ПС Хабаровская – ПС Хехцир-2, ВЛ 500 кВ ПС Хабаровская – ПС Комсомольская, а также ремонт девяти ВЛ 220 кВ, в данном районе. Таким образом связь Приморской энергосистемы с остальной частью ОЭС Востока осуществлялась через одну ВЛ 220 кВ (Рис. 1).



Рисунок 1 – Анализ технологического нарушения в ОЭС Востока 2017г.

Непосредственно причиной нарушения стало короткое замыкание на ВЛ 220 кВ ПС Хабаровская – ПС Волочаевка тяговая, которое повлекло за собой ряд событий:

- Отделение Приморской ЭС и дефицит мощности в ней (240 МВт).
 - Работа НЧК в западной части ОЭС Востока, отключение гидроагрегатов:
- 1 ГГ Зейской ГЭС

- 2-х ГГ Бурейской ГЭС
- 1 ТГ Нерюнгринской ГРЭС

Появление дефицита мощности в западной части ОЭС Востока (645°МВт) привело к следующим последствиям:

- Срабатывание АЧР по всем энергообъектам ОЭС Востока и потери экспорта в КНР
- Срабатывание АОПН, было отключено:
 - ВЛ 500 кВ Бурейская ГЭС – Амурская
 - ВЛ 500 кВ Бурейская ГЭС – Хабаровская 1 ц.
 - Полное погашение Бурейской ГЭС.

Таким образом, в результате нехватки первичных резервов 885°МВт, развилась масштабная авария с тяжелыми последствиями для всего региона.

Для предотвращения подобных событий необходимо наличие достаточного количества первичных резервов в ОЭС Востока. Такое количество первичных резервов можно обеспечить путем создания дополнительных генерирующих мощностей в разных частях энергосистемы.

В результате проведенного анализа объектов ОЭС Востока было признано перспективным использование ГЭС и ГАЭС для предотвращения данной аварии. ПАО «Русгидро» заинтересовано в развитии гидроэнергетики в данном энергорегионе [2]. Были изучены климатические, географические, гидрологические, технологические, логистические и другие особенности региона [3]. Было учтено, что КНР запрашивает от ПАО «ИнтерРАО» увеличения поставок электроэнергии в страну.

В западной части ОЭС Востока предлагается строительство каскада противопаводковых ГЭС на реке Зея и ее притоках с суммарной установленной мощностью 1762 МВт, из которых 650 МВт планируется выделить под НПРЧ [6]. Планируемое расположение ГЭС указано на рис. 2. В местах планируемого строительства отсутствуют природоохранные зоны, плотная городская застройка и другие особенности которые могли бы усложнить или сделать невозможным строительство данных объектов.

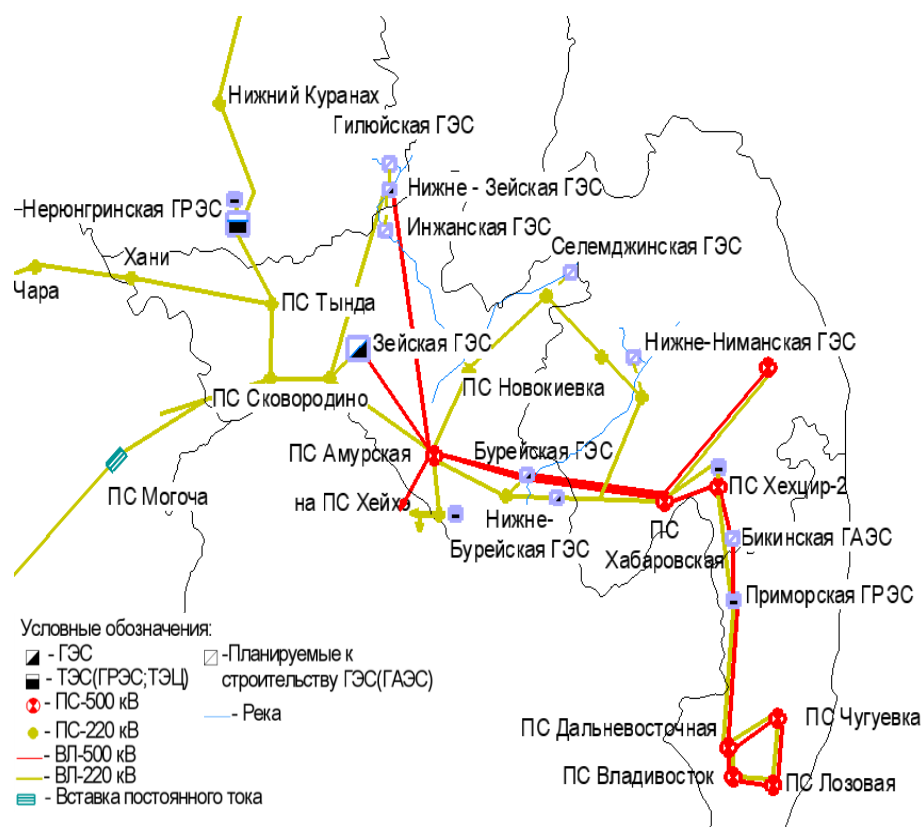


Рисунок 2 – Структурная схема ОЭС Востока с вновь вводимыми ГЭС

Каскад этих ГЭС помимо основной цели – генерации электрической энергии и создания первичных резервов, позволит решить важную проблему весенних паводков, которые каждый год наносят большой ущерб как экономике региона, так и угрожают местному населению [4].

Планируемая установленная мощность каскада ГЭС была рассчитана согласно СТО РусГидро 06.01.84-2013 [5] - табл.

Предлагаемые ГЭС в ОЭС Востока

Название ГЭС	Установленная мощность (МВт)
Нежне-Зейская	300
Инжанская	100
Нижне-Ниманская	600
Селемджинская	300
Гиллюйская	462

В восточной части ОЭС Востока предлагается возведение Бикинской ГАЭС на реке Бикин близ поселка Лесопильное, с установленной мощностью 500 МВт. Планируемая установленная мощность была рассчитана согласно СТО РусГидро 06.01.84-2013 [5].

Планируемое расположение ГАЭС указано на рис.3. Место планируемого строительства не располагается на территории природоохранных зон, не затрагивает водохранилища используемые для сельскохозяйственных нужд, расположенные рядом поселки Лесопильное и Бикин не будут подвержены затоплению ввиду особенностей рельефа, так как находятся на возвышенности.

В непосредственной близости от места строительства проходит ВЛ 500 кВ Хехцир - 2 – Приморская, которая позволит связать ГАЭС с энергосистемой. Проведенное исследование режимов данного участка сети показывает, что ВЛ имеет необходимый запас по пропускной способности.

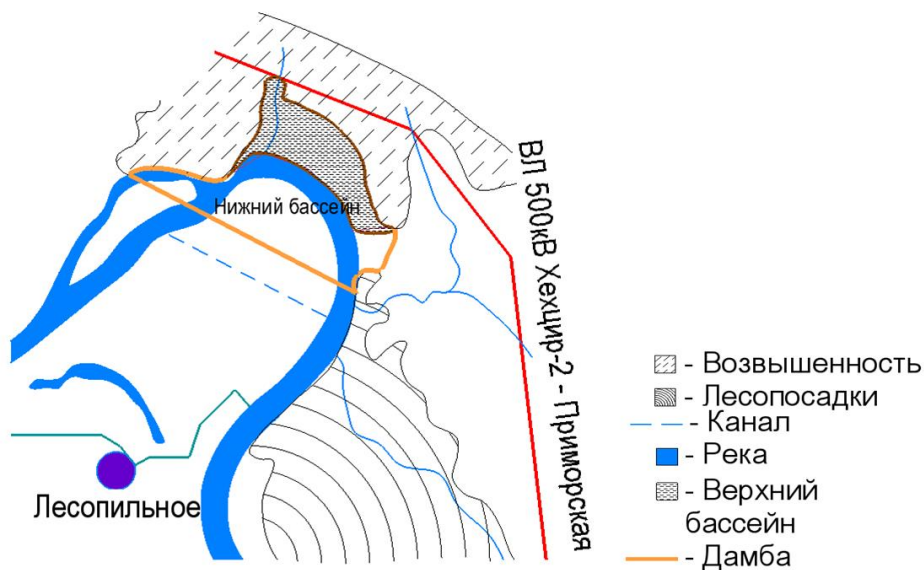


Рисунок 3 – Бикинская ГАЭС

В качестве верхнего бассейна будет использована долина, расположенная на возвышенности окруженная с трех своих сторон холмами, а четвертой выходящая к реке Бикин. В качестве нижнего бассейна будет использоваться залив, образуемый изгибом реки.

Верхний бассейн будет иметь полезный объём около 10,1 млн.м³, площадь зеркала — 2 км². Объём бассейна позволяет осуществлять работу ГАЭС на мощности 500 МВт в течение 4 часов. Согласно расчетам по СТО 59012820.27.140.001-2014 [6] для нужд НПРЧ можно выделить 180 МВт.

Режим работы ГАЭС будет типовым для подобных объектов. Выдаваемая мощность ГАЭС будет использована для выравнивания графика нагрузки в данном энергорайоне.

Таким образом, предлагаемое решение по строительству ГЭС и ГАЭС является технологически реализуемым, позволит решить актуальную проблему нехватки первичных резервов в ОЭС Востока, а также принесет положительный экологический и социальный эффект.

Список литературы:

1. ОЭС Востока [Электронный ресурс] URL: https://www.so-ups.ru/index.php?id=oes_east
2. Стратегия развития группы Русгидро на период до 2020 года с перспективой до 2025 года [Электронный ресурс] URL: <https://minakovmax.ru/wp-content/uploads/2019/06/Strategiya-RusGidro.pdf>
3. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года. Утверждена Распоряжением правительства РФ от 9 июня 2020г. № 1523-р. [Электронный ресурс] URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1026>
4. Крупнейшее наводнение произошло в 2013 году на дальнем Востоке [Электронный ресурс] URL: <https://23.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/4210243>
5. СТО РусГидро Гидроэлектростанции. Планирование водноэнергетических режимов. Методические указания. [Электронный ресурс] URL: http://www.rushydro.ru/upload/iblock/9c3/078_STO-RusGidro-06.01.84-2013_Planirovanie-vodnoenergeticheskikh-rezhimov.pdf
6. СТО 59012820.27.140.001-2014 Нормы участия гидроагрегатов гидравлических и гидроаккумулирующих электростанций в нормированном первичном регулировании частоты. СО ЕЭС. [Электронный ресурс] URL: https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/laws/standards/sto_hydro_nprch_2014.pdf