

УДК 621.316.1

**Галиев Ренат Агдасович,
студент магистратуры**

**2 курс, кафедра «Релейная защита и автоматизация
электроэнергетических систем»**

**Казанский государственный энергетический университет
Россия, г. Казань**

**Научный руководитель: Ярыш Равия Фоатовна, доцент
доцент кафедры «Релейная защита и автоматизация
электроэнергетических систем»**

**Казанский государственный энергетический университет
Россия, г. Казань**

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ НАКОПЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ СЕТИ 6–10 КВ.

Аннотация: В статье рассматриваются модернизация сети 6-10 кВ путем установки системы накопления энергии. Составлен алгоритм выбора объекта, подходящего под модернизацию. Произведен выбор характеристик системы накопления энергии. Описана работа СНЭ в автономном и параллельном с сетью режиме.

Ключевые слова: система накопления энергии, электрические сети напряжением 6-10 кВ, модернизация, надежность электроснабжения.

Annotation: The article deals with the modernization of the 6-10 kV network by installing an energy storage system. An algorithm for selecting an object suitable for modernization has been compiled. The characteristics of the energy storage system are selected. The work of the energy storage system in autonomous and parallel mode with the network is described.

***Key words:** energy storage system, electric networks with a voltage of 6-10 kV, modernization, reliability of power supply.*

Введение.

Основная масса сельских потребителей в удалённых районах имеет схему электроснабжения, соответствующую III категории надежности, несмотря на наличие потребителей, требующих более высокую категорию надежности электроснабжения (Больницы, школы, КНС и т.д.) Значительная удаленность поселков от центров питания (достигает 50-60км по трассе ЛЭП) и низкое электропотребления (нагрузка 100-200кВт в часы пиковых нагрузок) делает приведение схемы электроснабжения к требуемой категории надежности классическими методами дорогим и неэффективным.

Рассмотрим применение системы накопления энергии для повышения надежности электроснабжения потребителей в сетях 6–20 кВ.

Решаемые задачи:

1. Обеспечение резервирования питания социально значимых потребителей, электроснабжение которых необходимо осуществлять по II категории;
2. Достижение повышения качества электроснабжения потребителей;
3. Повышение надежности электроснабжения потребителей;
4. Снижение недоотпуска электроэнергии;
5. Получение экономического эффекта экономии капиталовложений.

Характеристики объекта, подходящего для модернизации:

1. Мощность резервируемой потребительской нагрузки около 100 кВт;
2. Длина фидера более 10 км, частые отключения;
3. Удаленность от РЭС, затрудненная эксплуатация;
4. Отсутствие резервирования при наличии потребителей, подключение которых целесообразно по II категории надежности электроснабжения;
5. Наличие достаточного потенциала возобновляемых источников энергии;
6. Наличие транспортной инфраструктуры.

Таблица 1.

Выбранный объект

Объект	Сеть 6 кВ с. Алешиха
Фидер (протяженность)	Ф 6 кВ. «Алешиха» (15 км)
Центр питания	ПС 35/6 кВ «Шемети»
SAIFI, откл/год	2,942
SAIDI, мин/год	453,156
CAIDI, мин	154,046

Таблица 2.

Потребители подходящие под II категорию надежности электроснабжения

ТП № 4253	ТП № 4252
Сельское административное здание	Лечебное учреждение
Детский сад	Фельдшерско-акушерский пункт
Отделение Сбербанка России	Школа

Принято решение осуществить резервирование электроснабжение ТП 4253,4252 с социально значимыми нагрузками, а также других нагрузок поселка.

Для расчета параметров системы накопления используются статистические эксплуатационные данные рассматриваемого участка сети, включая контрольные замеры и данные учета электроэнергии. По данным замеров предыдущих лет можно отметить, что нагрузка не растет.

В нагрузочной части баланса мощности учитываются:

1. нагрузки ТП 4253-4252;
2. нагрузочные потери и потери холостого хода в трансформаторах;
3. нагрузочные потери в ЛЭП около 3 %;
4. отборы на собственные нужды накопителя 3 %.

Таблица 3.

Нагрузка рассматриваемого участка сети

Нагрузка	Активная мощность, кВт	Реактивная мощность, кВАр
Пиковая зимняя	450,0	217,8
Средняя зимняя	245,3	72,1
Средняя летняя	85,4	44,2
Минимальная летняя	31,7	20,9

Расчет и выбор параметров системы накопления энергии.

В итоге принят накопитель 500 кВт, $\cos \varphi$ 0,8, максимальная выработка реактивной мощности инвертором до 375 кВАр, полная мощность 625 кВА. Полезная емкость накопителя принята 1300 кВт*ч.

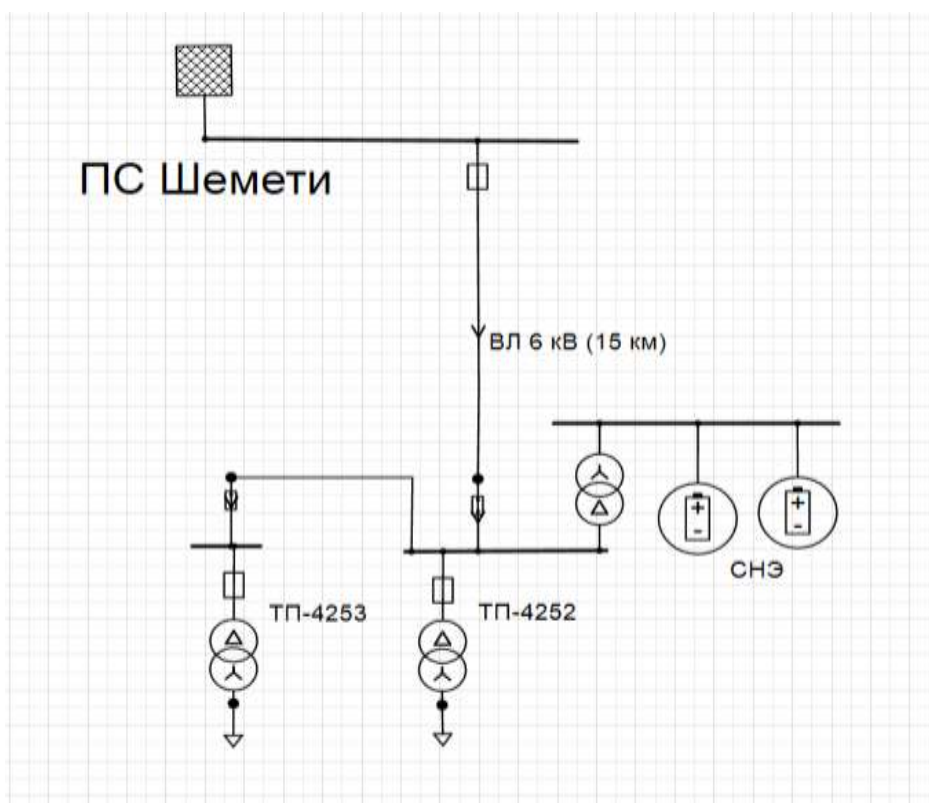


Рисунок 1. Схема установки СНЭ.

Автономная работа системы

Выделение накопителя на автономную от сети работу выполняется с помощью делительной автоматики по частоте и напряжению. При снижении/повышении частоты ниже допустимых пределов происходит отделение накопителя на автономную работу.

Работа параллельно с сетью

В нормальном режиме инверторы накопителя работают параллельно с сетью и выполняют поддержание напряжения $U_{ном}=10$ кВ на конце данной длинной линии, изменяя выработку реактивной мощности. Накопитель выполняет ежедневное регулирование суточных графиков нагрузки, сглаживая пики и спады. Это обусловлено следующими факторами:

1. Отработка технологий пиковой разгрузки сети;
2. Необходимость неглубоких циклов разряда-заряда малым разрядным/зарядным для предотвращения старения накопителя по времени.

Величина емкости под ежедневное регулирование – 195 кВт*ч. Мощность ежедневного разряда составляет 48,75 кВт и не превышает 10 % для сохранения долговечности накопителя. Разряд накопителя выполняется в течение 4 часов: 09:00-10:00, 19:00-22:00 в соответствии с графиками нагрузки Писклово для срезки пиков и снижения нагрузки на сеть.

Заряд накопителя осуществляется в течение 6 ч ночного провала (00:00-06:00) графика нагрузки с мощностью 40,6 кВт.

Таблица 4.

Экономические показатели

Позиция	Кол-во, шт.	Цена, тыс. руб.	Стоимость, тыс. руб.
КРУН 6 кВ 5 ячеек	5	110	550
БКТП 6/0,4 кВ 630 кВА в киосковом здании	1	1145	1145
2 инвертора 280 кВт	2	1525	3050
АКБ 2 блока 250 кВт, 1000 кВт*ч	2	20312,5	40625
ЩСН 0,4 кВ	1	153	153
Всего оборудование			45523
ПИРы		5083	5083
Монтаж, доставка, логистика		7466	7466
Итого			58072

Следует отметить, что стоимость альтернативного варианта – строительство ВЛ 10 кВ сечением АС-95 длиной 30,0 км – с учетом условий

прокладки оценивается в 69516 тыс. руб., а с секционированием по границе эксплуатационной ответственности – в 69736 тыс. руб.

Вывод.

Установка системы накопления на подобном объекте решает все поставленные задачи. СНЭ обеспечивает резервирования питания социально значимых потребителей, повышает качество и надежность электроснабжения потребителей, при получении экономического эффекта экономии капиталовложений.

Использованные источники:

1. Анцев, И.Б. Основы проектирования внутренних электрических сетей / И.Б. Анцев, В.Н. Силенко. - М.: Проспект Науки, 2010. - 272 с.
2. Фадеева, Г.А. Проектирование распределительных электрических сетей / Г.А. Фадеева, В.Т. Федин. - М.: Вышэйшая школа, 2009. - 368 с.
3. Арутюнян, А.А. Основы энергосбережения / А.А. Арутюнян. - М.: Энергосервис, 2016. - 600 с.
4. Соловьев, А.Л. Релейная защита городских электрических сетей 6 и 10 кВ / А.Л. Соловьев, М.А. Шабад. - М.: Политехника, 2009. - 176 с.
5. Александров, А.П. Атомная энергетика и научно-технический прогресс / А.П. Александров. - М.: Наука, 2015. - 272 с.