



# Противоаварийное управление энергообъектами Усть-Тегусского и Урненского месторождений нефти

*Н. Е. ДОЛГИХ – ЗАО «НПФ «ЭНЕРГОСОЮЗ»  
А. Б. АФАНАСЬЕВ – ООО «РН-Уватнефтегаз»*

**В статье рассмотрены особенности выполнения комплекса противоаварийной автоматики (ПА) на объекте мощностью 111 МВт, работающего в условиях изолированной энергосистемы с большим количеством объектов генераций разных типов и мощностей, когда мощность единичного потребителя соизмерима с мощностью генератора, и есть большое количество интеллектуальных приводов. Рассмотрено взаимодействие комплекса ПА с групповыми регуляторами частоты и напряжения. Показана целесообразность и необходимость оперативного предоставления дежурному персоналу информации о режимах работы комплекса ПА.**

**С**егодня актуальность надежного электроснабжения месторождений нефти и газа не вызывает сомнений. Этот вопрос в какой-то мере снимается при подключении к единой энергосистеме России. Но, к сожалению, не всегда есть такая возможность. При автономном электроснабжении на устойчивость работы электрической сети влияют особенности источников электроэнергии и технологического производства месторождения.

Одним из таких объектов является месторождение нефти и газа Восточного Увата. Энергоснабжение объектов нефтедобычи обеспечивает изолированная энергосистема с подстанциями классов напряжения 110, 35, 6(10) кВ. Источниками генерации являются газотурбинные агрегаты мощностью 5,5 МВт, газопоршневые агрегаты мощностью 1,54 МВт и дизельные генераторные установки мощностью 0,8...1,28 МВт.

Основным топливом генерирующих установок является попутный газ. Суммарная установленная мощность генераторов составляет 111 МВт. Уровень загрузки энергоблоков в процентах от номинальной мощности оборудования –  $76 \div 89\%$ . Потребителями на месторождении являются двухтрансформаторные подстанции 35/6 кВ кустов буровых установок с трансформаторами мощностью по 6,3...10 МВА.

Несмотря на то, что энергосистема Восточного Увата небольшой мощности относительно единой энергосистемы России, все требования к противоаварийной автоматике (ПА) являются аналогичными. Для обеспечения устойчивой работы системы понадобилось построить комплекс ПА со всеми основными функциями и центральным координирующим устройством. Особенность проекта заключалась в том, что для объекта такой мощности потребовались решения, как для большой энергосистемы, что экономически сложно обосновать.

Кроме того, сложностью в обеспечении надежного электроснабжения месторождения является зависимость генерации от работы основного технологического процесса, соизмеримая единичная мощность генераторов и потребителей, а так же узкий диапазон работы регуляторов активной и реактивной мощности генераторов. Отключение генераторов или линий электропередачи, несущих более 10% мощности энергосистемы, вызывает лавинообразный процесс развития аварии с полным погашением энергосистемы. Это и показал анализ выполненных расчетов. При отключении трех и более генераторов ГТУ-5,5 МВт, мощности оставшихся в работе генераторов недостаточно для покрытия нагрузки потребителей.

Перед специалистами ЗАО «НПФ «ЭНЕРГОСОЮЗ», компанией специализирующейся на разработке и внедрении средств автоматизации в энергетике, была поставлена задача повышения надежности электроснабжения месторождения Восточного Увата посредством создания системы противоаварийной автоматики. Параллельно компанией ООО «ПромАвтоматика» внедрялась режимная автоматика управления генерацией с использованием групповых регуляторов активной и реактивной мощности.

Первоочередной задачей была необходимость привести сложную первичную схему энергосистемы, имеющую большое количество поперечных связей, к упрощенной схеме с выделением центра нагрузок (рис. 1). Для выполнения противоаварийного управления, все шесть систем шин 35 кВ, объединенных между собой, приняты как центр нагрузок схемы выдачи мощности между генерацией и потребителями.

После проработки с заказчиком режимов работы энергосистемы и определения некоторых ограничений по временным схемам, удалось решить глобальную задачу внедрения комплекса противоаварийной автоматики для изолированной энергосистемы.

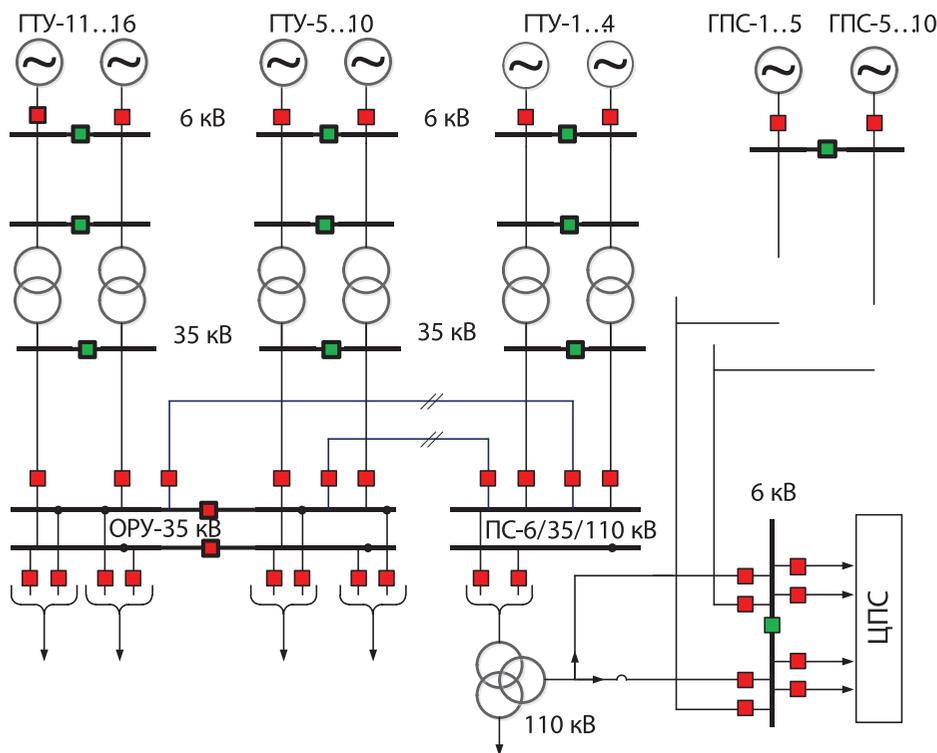


Рис. 1. Приведенная схема энергосистемы месторождения

Для реализации функций противоаварийного управления использован комплекс противоаварийной автоматики на базе микропроцессорных устройств «НЕВА-ПА», серийно выпускаемого оборудования НПФ «ЭНЕРГОСОЮЗ».

### Комплекс «НЕВА-ПА» позволяет реализовать сложные алгоритмы противоаварийного управления, в частности с учетом особенностей объекта применить нетиповой подход по отдельным техническим решениям и алгоритмам работы ПА.

Система противоаварийного управления – централизованная, контролирует совокупность схемно-режимных параметров энергосистемы месторождения с единым центром принятия решения. Совокупность элементов противоаварийного управления состоит из аппаратных и программных подсистем, каждое из которых работает по собственным алгоритмам при полном взаимодействии в составе единого комплекса противоаварийной автоматики.

Автоматика прекращения нарушения устойчивости (АПНУ) является центром принятия решения и формирования управляющего воздействия. Остальные подсистемы комплекса противоаварийной автоматики являются пусковыми органами АПНУ, каждый из которых работает по собственным алгоритмам.

Основной подсистемой из них является САОН, быстродействующая система автоматического ограничения нагрузки с пуском по фиксации отключения генератора (ФОГ), фиксации отключения линии схемы выдачи мощности (ФОЛ) и фиксации сброса мощности (ФСМ). АПНУ от пускового органа САОН действует без выдержки времени, отключает нагрузку, эквивалентную потерянной мощности генерации. При проведении испытаний время выдачи управляющего воздействия при срабатывании пускового органа ПА не превысило 42 мс.

При расчете управляющего воздействия специалисты столкнулись с проблемой передачи управляющего воздействия до конечного потребителя.

Это связано с большим разбросом по местности технологических установок и отсутствия с ними каналов связи для передачи команд. Построение этих каналов в рамках внедрения комплекса ПА было невозможным из-за дороговизны исполнения.

Было принято решение – управляющее воздействие ПА выполнить на выключатели отходящих линий 35 кВ в центре схемы выдачи мощности. Но при групповом отключении потребителей сложно рассчитать необходимый объем мощности управляющего воздействия. Поэтому увеличено количество ступеней работы ПА до девяти.

Если после срабатывания АПНУ от пускового органа САОН баланс мощности в энергосистеме не восстанавливался, то дальнейшую разгрузку генерации обеспечивал «второй эшелон ПА», функция АОСЧ, которая имеет несколько очередей:

- АЧР – существующая локальная автоматическая частотная разгрузка;
- ДАРЧ – дополнительная автоматическая разгрузка по частоте;
- ЧДА – частотно-делительная автоматика.

В электрической сети Усть-Тегусского месторождения в настоящее время установлены локальные автономные устройства автоматической частотной разгрузки – АЧР. Устройства АЧР с заданными уставками по частоте и времени установлены приблизительно к потребителям, на фидерах 6 кВ распределительных устройств в кустах нагрузки. Все устройства АЧР работают автономно от общей системы ПА.





Работа противоаварийной автоматики позволяет с минимальной выдержкой времени выдать управляющие воздействия при возникновении в сети аварийных процессов, связанных с потерей генерирующей мощности. Данные по времени срабатывания, скорости изменения частоты и величине потерянной мощности задаются уставками срабатывания ПА и определяются заказчиком. Разработанная диаграмма селективности показана на рис. 2.

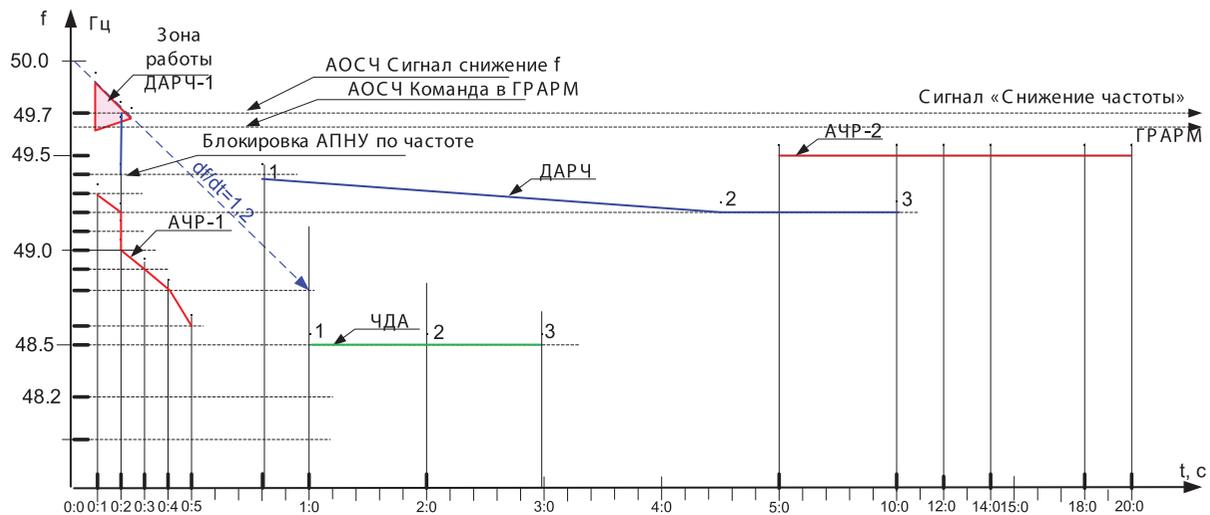


Рис. 2. Диаграмма селективности

#### При построении комплекса ПА приняты следующие решения:

- центральное координирующее устройство («НЕВА-ПА») расположено в центре схемы выдачи мощности на подстанции 35 кВ и выдает управляющее воздействие на выключатели 35 кВ данной подстанции;
- локальные устройства комплекса противоаварийной автоматики («НЕВА-ПА») имеют функцию регистрации аварийных событий;
- комплекс ПА использует данные от группового регулятора активной мощности ГРАРМ по мощности работающих генераторов и величину суммарного вращающегося резерва;
- устройства регистрации аварийных событий («НЕВА-РАС») выполняют некоторые расчеты электрических параметров и передают их в ЦПА для использования в алгоритме работы ПА;
- для приема и передачи данных и команд между устройствами «НЕВА-ПА» создан выделенный сегмент локальной вычислительной сети Ethernet. Приемо-передатчиков передачи команд управляющих воздействий между устройствами ПА в комплексе противоаварийной автоматики нет;
- локально-вычислительная сеть ПА используется регистраторами аварийных событий и для передачи данных на сервер ПА.

Комплекс ПА построен как иерархическая, распределенная автоматическая система, работающая в темпе протекания технологического процесса и оснащенная средствами сбора, регистрации, обработки, выработки управляющих воздействий и визуализации режима работы ПА и энергосистемы в целом.

Несмотря на единый центр расчета и принятия решения (ЦПА), некоторые расчеты выполняются в локальных устройствах противоаварийной автоматики и регистраторах аварийных событий.

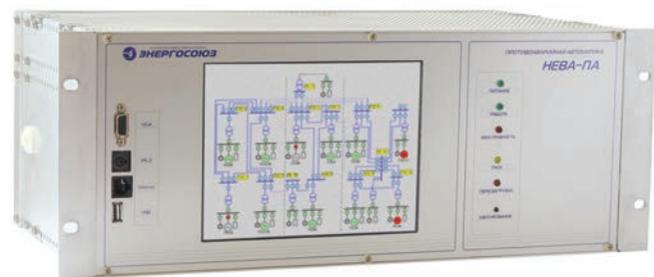


Рис. 3. Устройство противоаварийной автоматики

В связи с большим разнообразием режимов работы энергосистемы, потребовалась визуализация режима работы комплекса ПА для обслуживающего персонала и диспетчера энергосистемы. С этой целью в структурной схеме ПА установлен сервер для сбора, хранения и предоставления информации обслуживающему персоналу, автоматизированное рабочее место ПА диспетчера энергосистемы и инженерная станция инженера РЗА.

На сервере установлено технологическое программное обеспечение «СКАДА-НЕВА», обеспечивающее сбор информации с устройств противоаварийной автоматики и регистраторов аварийных событий. Пример видеодиаграммы режима работы комплекса ПА приведен на рис. 4.

В процессе проведения опытной эксплуатации, по предложениям заказчика, были реализованы дополнительные функции с учетом особенности эксплуатации энергосистемы месторождения. Одна из них – выявление неисправного ТН или перегорания предохранителя на высокой стороне, вывод его из работы и снятие с блокировки работы ПА с работой от смежного ТН.

