

# Схема противоаварийной автоматики энергокомплексов на базе м/р им. А. Жагрина

А. А. Волынец  
ООО «Ноябрьскэнергонефть»  
Ханты-Мансийск, Россия  
volynetsAA@gazprom-neft.ru

А. В. Новиков  
ООО «Ноябрьскэнергонефть»  
Ханты-Мансийск, Россия  
Novikov.AleV@yamal.gazprom-neft.ru

**Аннотация.** На текущий момент в ПАО «Газпром нефть» широко распространены автономные месторождения, использующие ГПУ (газопоршневая установка) производства корпорации General Electric (GE) компании waukesha.

С учётом наличия режима форсировки данных агрегатов, системы АЧР (автоматическая частотная разгрузка) работают несвоевременно. Данный проект направлен на решение проблемы дефицита мощности, приводящего к полному останову объектов генерации с полным прекращением электроснабжения энергопринимающих объектов.

Решение основано на создании системы ПАА (противоаварийной автоматики), позволяющей производить мгновенное снижение нагрузки, путём анализа работы энергокомплекса и воздействия управляющими сигналами на коммутационные аппараты объектов потребления э/э (электроэнергии) согласно графику отключения, исключая возникновение дефицита мощности.

Комплекс реализуется на платформе Российских разработок в области противоаварийной автоматики.

Результатом деятельности будет являться сокращение аварийных отключений э/э, а также значительное снижение потерь добываемой нефти.

**Ключевые слова:** противоаварийная автоматика, российская разработка, сокращение аварийных отключений, снижение потерь добываемой нефти

## I. ВВЕДЕНИЕ

Компания Газпромнефть включает в себя большое количество месторождений, многие из которых не связаны с общей Энергосистемой России. Такие месторождения являются автономными и их электроснабжение обеспечивается собственной генерацией.

Основными источниками питания автономных месторождений являются ДЭС, ГПЭС и ГТЭС.

В данном проекте раскрывается проблема и путь решения для ГПЭС, так как они широко распространены на автономных м/р.

На текущий момент Газпромнефть широко использует ГПУ производства корпорации General Electric (GE) компании waukesha. Данные ГПУ могут работать на различных типах газообразного топлива и к

настоящему моменту в России функционируют порядка 700 газопоршневых двигателей GE общей мощностью 1,1 ГВт. Учитывая непрерывное увеличение количества используемых агрегатов такого типа, актуальность разрабатываемой системы будет возрастать.

На м/р им. А.Жагрина источником электроснабжения объектов нефтепромысла является автономный энергокомплекс, основным элементом которого являются ГПУ (waukesha VHP7104GSI) (рис.1), использующие в качестве топлива попутный нефтяной газ. Данный комплекс через повысительную подстанцию 6/35кВ «Зима» обеспечивает электроснабжение объектов нефтедобычи. Однако несмотря на высокую надежность энергокомплекса не исключены аварийные ситуации с полной остановкой ЭК. Основной причиной полной остановки ЭК является формирующийся в ходе развития нарушений электроснабжения и далее развивающийся, дефицит мощности.

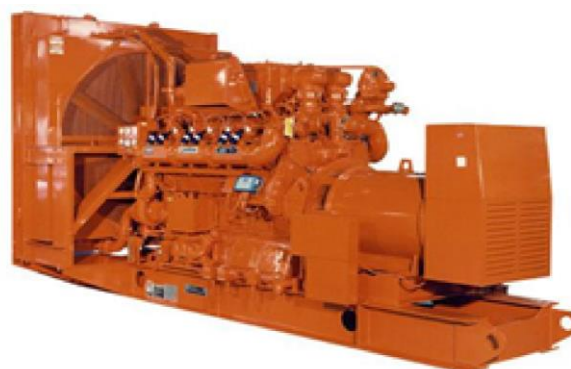


Рис. 1. ГПУ (waukesha VHP7104GSI)

В ходе проведения полного анализа стабильности электроснабжения по ПрЭО ПН, были выявлены основные причины недоборов нефти. Согласно аварийных журналов с 2017 по 2021 годы (рис. 2), (рис. 3) существует статистика роста АО, где от общего количества недоборов нефти 33% составляют остановки ЭК, 54% из которых, происходят по причине АО, возникающих в следствии превышения нагрузки и недостатка в горячем резерве запаса мощности ЭК.

## Недобор нефти (т.н.)

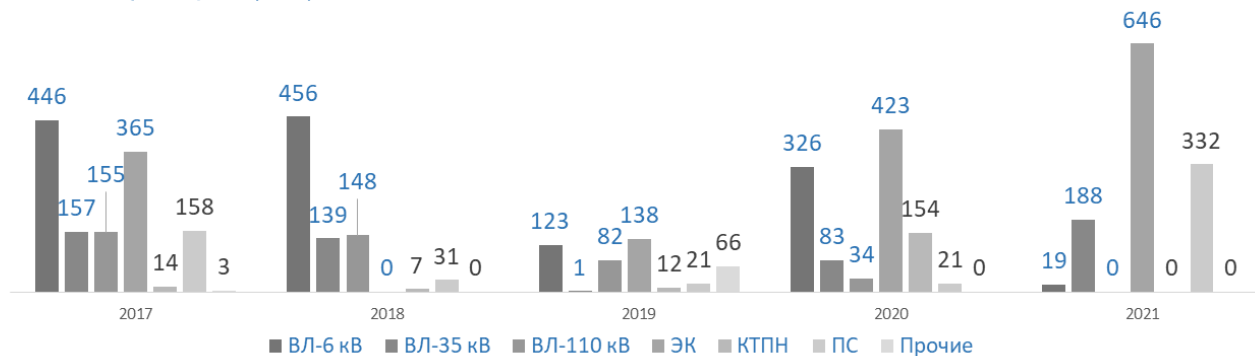


Рис. 2. Недобор нефти по видам оборудования

## Недобор неис. нефти по голам

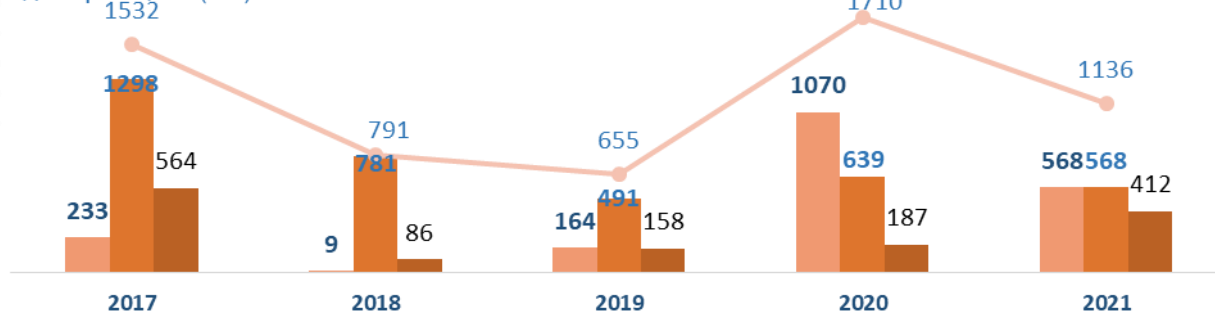


Рис. 3. Недобор неис. нефти по голам

Держать большой запас мощности в горячем резерве нецелесообразно, следовательно, возникающий волновой эффект неизбежно будет приводить к полному останову всей генерации ЭК.

### II. ТЕКУЩАЯ ПРОБЛЕМА И ОРИЕНТАЦИЯ ДАННОГО ПРОЕКТА НА ЕЁ РЕШЕНИЕ

На объектах электроэнергетики из средств противоаварийной автоматики существует система АЧР (автоматическая частотная разгрузка).

В связи с особенностью работы ГПУ (waukesha VNP7104GSI), которой является удержание уровня частоты при возникновении предаварийного режима сети (режим форсировки в течении 5 сек), изменения параметров сети, которые выявляет существующая противоаварийная автоматика, незначительны. Следствием этого является несвоевременная работа устройств противоаварийной автоматики (рис. 4), а именно (АЧР).



Рис. 4. Работа АЧР

Данный проект направлен на решение проблемы несвоевременной работы ПАА, так как имеет другой

принцип работы и минимальное время выполнения алгоритма, предотвращающего АО.

Целью проекта является создание схемы (системы) противоаварийной автоматики ГПЭС в виде модуля обработки данных с каналами связи и управления, для предотвращения аварийных остановов и нарушения электроснабжения нефтедобывающей инфраструктуры.

Поставлены задачи:

1. По созданию технической базы состоящей из каналов связи между ЭК, модулем обработки данных и СУ на кустовых площадках, с частичным использованием уже действующего оборудования.
2. По разработке алгоритмов действия адаптированных под особенности объектов электроэнергетики на базе ПО.
3. Настройке каналов связи и практического внедрения.
4. А также анализа результатов, для определения масштабов применения данной технологии.

Быстродействие системы определяется её компонентностью и алгоритмом действия, состоит она из следующих элементов, определённых в ходе выбора

Выбор модуля обработки данных:

Требования к контроллеру определены необходимостью создания большого количества магистральных каналов передачи сигналов от ведущего устройства к ведомым, формирования топологии сети, высокой скорости обработки данных и передачи управляющих сигналов через дискретные, аналоговые и сети ВОЛС, а также наличием адаптированного программного обеспечения для программирования

алгоритмов действия персоналом организации, обслуживающей объекты электрообеспечения (ОО «НЭН»).

При поиске оборудования обратились к компании Siemens, а также к отечественным аналогам и инжиниринговым партнёрам.

В выборе между контроллерами (табл. 1): SIMATIC S7-300, SIMATIC S7-400, ПЛК «ARIS» и ПЛК «REGUL R500» (производства ИК ООО «Прософт-Системы») наиболее целесообразным к рассмотрению являются многофункциональный модульный контроллер «ARIS» и программируемый логический контроллер «REGUL R500», предназначенные для решения задач автоматизации средней и высокой степени сложности и используемые для непрерывных производственных процессов.

ТАБЛИЦА I ВЫБОР ПЛК

ПЛК	Соответствие процессорной мощности (скорость обработки данных)	Наличие адаптивного ПО	Гибкость ПО и модулей сборки
SIMATIC S7-300	Не соответствует	Есть	С ограничениями
SIMATIC S7-400	Соответствует	Есть	С ограничениями
ПЛК «ARIS»	Не соответствует	Есть	Полная
ПЛК «REGUL R500»	Соответствует	Есть	Полная

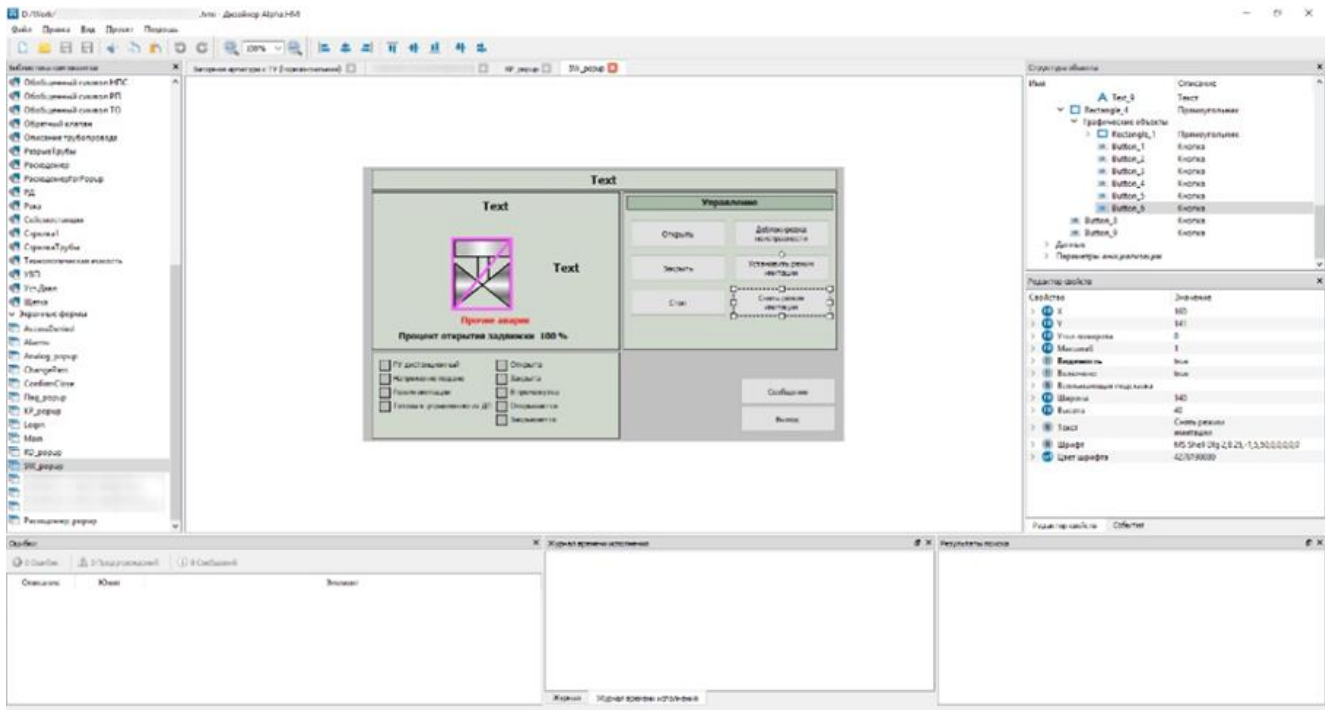


Рис. 5. AlfaRegul программного комплекса «Альфа платформа»

### Выбор каналов связи, ВОЛС и ПО.

AlfaRegul, как программно-аппаратное решение на базе российских разработок: программного комплекса «Альфа платформа» (разработки АО «Атомик Софт») (рис. 5) и ПЛК семейства REGUL (производства ООО «Прософт-Системы») применяемого для автоматизации технологических процессов на объектах энергетики и прошедшего испытания ФСК (федеральная сетевая компания), обеспечит обработку и анализ данных о работе ГПГУ, вычисление коэффициента загрузки энергокомплекса, выявление дефицита мощности и отклонений параметров сети и их производных.

### Составляющие системы (рис. 6):

1. Дискретные и аналоговые каналы связи от источника данных о работе энергокомплекса, к модульному контроллеру.

2. Обработка данных о параметрах работы энергокомплекса, контроллером, имеющим программное обеспечение на базе программного комплекса «Альфа платформа» (разработки АО «Атомик Софт») или REGUL (производства ООО «Прософт-Системы»)

применяемого для автоматизации технологических процессов на объектах энергетики

4. Передача управляющих сигналов от сигнальных модулей через узел связи и волоконно-оптические линии на контроллеры кустовых КТП (комплектная трансформаторная подстанция).

5. Передача управляющих сигналов от контроллеров кустовых КТП на дискретный вход станции управления (СУ) кустовой площадки для воздействия на режим работы оборудования потребителей Э/Э в том числе и для восстановления нормального режима.

Как мы видим, предлагаемая система противоаварийной автоматики предполагает анализ параметров работы ГПГУ и ГПЭС в целом. На основе анализа параметров работы ГПГУ и ГПЭС система формирует управляющие воздействия, направленные на недопущение останова энергокомплекса такие как, отключение/останов потребителей, включение/отключение компенсирующих устройств, ускорение защит и др.).

Данный процесс будет следовать строго по графику введения ограничения режима потребления э/э, который

в свою очередь будет связан с системой диспетчерского управления СК-11, а значит иметь актуальность.

Для понимания экономической целесообразности, я приведу предварительный расчёт (табл. 2).

Прибыль предприятия от 1 т. добываемой нефти = 21 тыс. руб. Полный останов ЭК в среднем приводит к потерям в 100т. Только за 2020 год произошло 3 останова, которые могла бы предотвратить данная система. Фактически 338 т. или 7,1 млн руб. в год.

За 6 месяцев 2021 года, потери подобных остановов составляют 500 т.

Если принять среднее значение за 5 лет, то ориентировочно 330 т. в год или 7 млн руб. в год.

Затраты на внедрение системы будут состоять:

1) Научно-исследовательская работа с выдачей общих технических решений (7–10 месяцев, 7–10 млн руб.);

2) Разработка проектной документации (6–9 месяцев, 3–6 млн руб.);

3) Монтаж и пуско-наладочные работы (4–8 месяцев, 5–16 млн руб.).



Рис. 6. AlfaRegul программного комплекса «Альфа платформа»

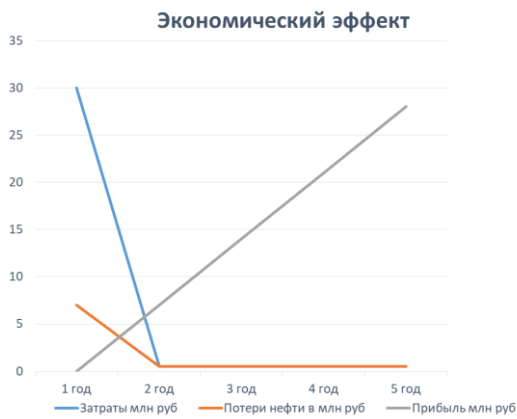
То есть, срок окупаемости составит от 2,5 до 5 лет, а после внедрения, затраты будут только на обслуживание системы и значительно ниже. Так, на второй и

дальнейшие года экономический эффект (табл. 3) составит до 7 млн в год.

ТАБЛИЦА II ВЫБОР ПЛК

	Наименование	Един. измерения	Пояснения	Расчёт	Результат
1. Расчёт планируемого дохода после внедрения мероприятий					
1.1	Сокращение недобора нефти. 1 тонна - 21 тыс. руб	млн руб	Недобор от АО за 2020 год 338 тонн, за 6 мес. 2021 год 500 тонн	21x10 <sup>3</sup> руб x 330 тонн	7 млн руб в год
2. Расчёт расходной части на внедрение мероприятий					
2.1	НИР с выдачей общих технических решений	млн руб		7-10	7-10 млн руб.
2.2	Разработка проектной документации	млн руб	Внедрение ПО и каналов управления СУ	3-6	3-6 млн руб.
2.3	Монтаж и пусконаладка	млн руб		6-15	6-15 млн руб.
3. Расчёт экономического эффекта					
3.1	Экономический эффект от внедрения мероприятий на 2-5 год	млн руб	Расчёт с учётом затрат на внедрение и обслуживание	15-30	15-30 млн. После 2-5 лет эффект в 7 млн в год

ТАБЛИЦА III ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ



В ходе разработки проекта определена проблема и путь её решения, проведён анализ существующих противоаварийных мер и обоснование разрабатываемой

системы. После внедрения противоаварийной автоматики на м/р им. А.Жагина будет проведён анализ её работы и определение степени необходимости внедрения на других м/р.

Проект направлен на решение локальной проблемы, возникающей в условиях автономного питания м/р от ГПЭС, использующих ГПУ определённых моделей, но учитывая объём уменьшения потерь и экономический расчёт, выводом является целесообразность внедрения данной системы.

Также в случае высоких стабильных показателей эффективности данной системы появляется возможность внедрения за пределами Общества.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Глускин И.З., Иофьев Б.И. ПА. Том 1 М.: Знак, 2009.
- [2] Глускин И.З., Иофьев Б.И. ПА. Том 2 М.: Знак, 2011.