

Развитие автономных регистраторов аварийных событий в России

Подготовили: Лисицин А.А., Сулимов Д.В.



В докладе рассматриваются:

1

- История (4 этапа), текущее состояние и перспективное направление развития автономных аварийных регистраторов в России.

2

- Качественные функциональные особенности РАС в их временной ретроспективе.

3

- Анализ существующих нормативных документов в части РАС и формулируются предложения по их совершенствованию с учетом современных технических возможностей и потребностей эксплуатации.



Рис.1: Аварийный осциллограф Н-13

Одним из первых разработанных аварийных осциллографов является осциллограф **Н-13** (завод «Вибратор») – «шлейфовый», светолучевой осциллограф с фиксацией процесса на фотобумаге, в комплекте с панелью пуска (УПО-1, впоследствии ПДЭ0301) .

Основная цель создания аварийного осциллографа - необходимость анализа протекания аварийного процесса на энергообъекте и анализ работы устройств релейной защиты и автоматики (УРЗА).

Основные недостатки:

- ❖ Неточность измерений величин I и U (с помощью линейки с проявленных кадров)
- ❖ Необходимость вовремя менять кассеты с фотобумагой
- ❖ Низкая скорость выяснения причин аварии из-за скорости доставки и проявки кассеты
- ❖ Трудоёмкий анализ осциллограмм.



Ленинградский завод «Вибратор»

Этап 1 – 1965-1990 гг.

№	Функциональная характеристика	Технические характеристики
1	Диапазоны регистрации аналоговых величин	I : 15A, 50A, 100A, 150A AC U: 50B, 100B, 150B, 200B AC
2	Условия пуска	3Uo: 3-12В 3Io (шунты, сопрот.): 0,15-0,6В (1А), 0,75-3.0В (5А) Iф : 1-4А(1А), 4-20А(5А) Umф : 20-100В
3	Времена регистрации	- Регистрация момента пуска и предыстории - через 20 мс после начала аварийного режима - Длительность записи - до 10с «Мертвая зона» до следующей записи - не менее 60с - Кол-во сохраняемых осциллограмм - емкость кассеты 25м
4	Количество одновременно регистрируемых величин (каналов)	12
5	Синхронизация с единым временем	часы и устройство фотографирования дня недели и времени суток, указываемых стрелками часов с 7-дневным заводом

Качественные характеристики АРАС.
Комплекс РАС в составе Н-13 и УПО-1 (и далее ПДЭ0301).

Появились молодые компании, «пионеры» создания первых отечественных (российских) «цифровых» АРАС, оригинальных по конструкции и техническим характеристикам, разработанные и внедренные в серийное производство:

- ❖ НПП «Бреслер», г. Чебоксары
- ❖ НПП «ЭКРА» г. Чебоксары
- ❖ НТЦ «Госан» г. Москва
- ❖ ЗАО «Энергосоюз», г. Санкт-Петербург
- ❖ ООО «ПАРМА» г. Санкт-Петербург
- ❖ ООО «Свей» г. Екатеринбург



Следует отметить еще оригинальные разработки РАС:

- ❖ на Украине («Регина», «Рекон»)
- ❖ в Латвии («РЕМИ»)

С разработкой новых РАС впервые получены новые возможности:

- Восстановление хода развития аварии в целом по объекту
- Воспроизведение аварии для проверки работы УРЗА (с помощью устройств серии Ретом)
- И многое другое, ранее недостижимое

Этап 2 – 1990-2000 гг.

Конструкции АРАС оригинальны у всех производителей и делятся на категории:

- Моноблоки (8,16,32 канальные)
- Комплексы Блок регистрации/Сервер и блоки УСО (с оцифровыванием сигналов), в том числе удаленные от БР на значительные расстояния в пределах энергообъекта
- Комплексы Блок регистрации и удаленные датчики нормализации уровня аналогового сигнала до уровня входа плат АЦП

В этот период также:

- ✓ *Внедрялись в эксплуатацию и **зарубежные АРАС**, например, одновременное внедрение на введенной в работу в 2000 г. Северо-Западной ТЭЦ г. Санкт-Петербург АРАС ПАРМА РП 4.06 (ОРУ-330 кВ) и АРАС Oscillostor P531 компании Siemens (генераторы энергоблоков), РАС «РЕМИ» (Латвия) в Кубаньэнерго и некоторые другие;*
- ✓ *Департаментом науки и техники РАО ЕЭС России были выпущены нормативные требования РД 34.35.310-97 «Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем», которые служили ориентиром для разработчиков и эксплуатации;*
- ✓ ***Изготовители АРАС стали активно сертифицировать свои устройства, в том числе и в качестве СИ.***

Этап 2 – 1990-2000 гг.

№	Функциональная характеристика	Технические характеристики
1	Диапазоны регистрации аналоговых величин	I : 0-200A AC, 0-20,-5+5mA DC U: 0-460В AC, 0-200мВ, 0-600В DC
2	Условия пуска	- Изменение аналогового сигнала - Изменение дискретного сигнала - Симметричные составляющие тока и напряжения - Ручной пуск
3	Времена регистрации	Регистрация предыстории – 1 с и более, до момента пуска. Длительность записи - до 120с и более «Мертвая зона» до следующей записи - отсутствует Кол-во сохраняемых осциллограмм - емкость носителя данных
4	Количество одновременно регистрируемых величин (каналов)	до разумного ограничения по надежности (в среднем до 64-256 аналоговых каналов)
5	Синхронизация с единым временем	Точность хода встроенных часов РАС – единицы секунд, синхронизация по сети, модему с ПК до 1с
6	Дискретные сигналы!	24,48,110,220 В, сухие контакты
7	Определение места повреждения - ОМП	Автоматически в РАС on-line или автоматизированно на ПК по полученной аварийной осциллограмме вычисляемые параметры – вид КЗ, поврежденное присоединение, значения токов и напряжений, и в том числе <u>расстояние до места КЗ в км</u> , методами (различными) одностороннего замера
8	Удаленный доступ к АРАС – скачивание осциллограмм, смена уставок, просмотр текущих значений	- Стандартный модем - CDMA, GSM модем - ЛВС объекта или доступ по RS485, RS232
9	Программное обеспечение просмотра, анализа, печати осциллограмм (Windows)	- Графики - Векторные диаграммы - Метки событий и времени - Сервисные возможности (сложение, наложение, фильтры, многое другое) - Экспорт в Comtrade (IEEE C37.111-1991)
10	Дополнительные функциональные возможности (предшественники функционала РМУ и МИП)	- Самописцы (тренды) нормальных и переходных режимов – токи, напряжения, мощности, частота - Отображение текущих значений регистрируемых величин

Функциональные возможности и технические характеристики АРАС в период 1990-2000 гг.

Период развития, «взросления» АРАС.

Широкое внедрение по стране в основном в качестве замены морально устаревших светолучевых осциллографов.

Основные документы и события этого этапа:

- ✓ Информационное письмо №91 от 22.11.2001 ЦДУ ЕЭС России
- ✓ Информационное письмо ОАО «ФСК ЕЭС» № 54/1933 от 17.10.2005 о формате «Comtrade»
- ✓ Приказ РАО ЕЭС России № 603 от 09.09.2005
- ✓ Введение ГОСТ Р 51317.6.5-2006
- ✓ Введение ряда СТО и РД ОАО «ФСК ЕЭС»
- ✓ 2008-2010 гг - попытки разработки и принятия СТО ОАО «СО ЕЭС» и ОАО «ФСК ЕЭС» по аварийной регистрации, которые так и не увидели свет по ряду причин.

Основные качественные изменения появившиеся у АРАС от ранее упомянутых:

- Синхронизация с астрономическим временем – GPS
- Переход к стандартным протоколам передачи и хранения данных
- Развитие условий пуска и записи трендов изменения («самописцы», журналы событий) различных величин для выявления и осциллографирования предаварийных состояний – для целей диагностики и сигнализации о возможном повреждении оборудования
- Ужесточение требований по ЭМС и другим условиям эксплуатации



Этап 3 – 2001-2010 гг.

№	Функциональная характеристика	Технические характеристики
2	Условия пуска	- Пуск по частоте напряжения, силы тока - Пуск по гармонике сигнала
5	Синхронизация с единым временем	Разрешение последовательности срабатываний в 1мс – и, как следствие, синхронизация осциллограмм РАС с «единым» временем в 1 мс
9	Программное обеспечение	Экспорт в Comtrade (IEEE C37.111-1991) – как обязательная опция
10	Дополнительные функциональные возможности	- Диагностика силового оборудования - Диагностика неисправности ТН - Учет ресурса выключателя - Неселективная диагностика неисправности ТТ и высоковольтных вводов силовых трансформаторов - Другие приложения
11	Требования по ЭМС и требование аттестации оборудования	- ГОСТ Р 51317.6.5-2006 - Аттестация ОАО «ФСК ЕЭС» с 2010 г. на основе ряда СТО и других нормативных документов
12	Встраивание в АСУ ТП объекта и в ССПИ	Требования о поддержки стандартных протоколов FTP, TCP/IP, OPC, МЭК 60870-104

Функциональные возможности и технические характеристики АРАС в период 2001-2010 гг.

Дальнейшее развитие АРАС, вызванное новыми техническими возможностями, появлением новых стандартов для управления энергообъектами и новыми нормативными требованиями органов управления энергетикой.

Современное состояние нормативной базы определяется следующими основными документами:

- ✓ Приказ Минэнерго № 380 от 29.08.2011 (раздел 8)
- ✓ «Положение о единой технической политике в электросетевом комплексе» ОАО «Россети» (утверждено протоколом № 138 от 23.10.2013, Раздел 2.3.9 Релейная защита и автоматика)
- ✓ СТО СО ЕЭС (проект, 2014г.) «Требования к регистрации аварийных событий и процессов»
- ✓ Перечень ГОСТ Р, СТО, РД, Приказов, информационных писем ОАО «Россети», ОАО «ФСК ЕЭС», ОАО «СО ЕЭС» и других организаций и ведомств, касающийся самых различных требований к «вторичному» оборудованию энергообъектов (более 55 документов – по опыту аттестации РАС в ОАО «Россети»)

Важным вопросом для разработчиков и производителей АРАС, а также для проектных и эксплуатирующих организаций:

Разрешат ли к применению многофункциональных АРАС одновременно в качестве элементов смежных мониторинговых и регистрирующих систем:

- СМНР (система мониторинга переходных режимов)
- ОМП (определение места повреждения)
- СМиУКЭ (система мониторинга и управления качеством электроэнергии)
- Системы мониторинга трансформаторного оборудования



Этап 4 - 2011-2015 гг.

Многофункциональные АРАС российского и зарубежного производства уже существуют и активно внедряются, что подтверждает тенденцию к применению данных устройств.



Аргументы **ЗА** и **ПРОТИВ**:



- ✓ Несомненная экономическая выгода
(в том числе и на выполнение СМР)
- ✓ Снижение нагрузок на вторичные цепи ТТ и ТН
- ✓ Уменьшение IT связей и оборудования
- ✓ Экономия места для размещения шкафов
и другие

- ✗ Уменьшение надежности
- ✗ Существующая организационная структура эксплуатирующих служб электросетевых предприятий

РАЗУМНЫЙ ВЫХОД:

Возможность предоставлять **решение** этого вопроса в каждом конкретном случае **на усмотрение собственника энергообъекта,**
а **нормативным документам** регулирующих органов – **не запрещать применение** многофункциональных регистрирующих комплексов.

№	Функциональная характеристика	Технические характеристики
1	Диапазоны регистрации аналоговых величин (минимальные)	• Согласно [8]
2	Условия пуска (минимальные)	• Согласно [8]
3	Времена регистрации (минимальные)	• Согласно [8]
4	Количество одновременно регистрируемых величин (каналов)	• Требования не предъявляются
5	Синхронизация с единым временем	• Согласно [8].
6	Дискретные сигналы	• Согласно [8] • Напряжение срабатывания 170(158)-154(132)В, импульс режекции 200 мкКл, согласно [9]
7	Определение места повреждения – ОМП	• Автоматически в РАС on-line или автоматизированно на ПК по полученной аварийной осциллограмме вычисляемые параметры, в том числе расстояние до места КЗ в км • Развитие алгоритмов и ПО различных методов (2-х сторонние ОМП, волновые методы, другие)
8	Удаленный доступ к АРАС – скачивание осциллограмм, смена уставок, просмотр текущих значений	• WEB интерфейс • GPRS доступ для необслуживаемых объектов распределителей без каналов связи • ЛВС объекта, корпоративные сети
9	Программное обеспечение просмотра, анализа, печати осциллограмм (минимальные)	• Согласно [8] • Ожидается дополнение, расширение требований со стороны ОАО «Россети»
10	Дополнительные функциональные возможности	• Функционал РМУ и РДС для систем СМРР • МИП (для АСУ ТП) • ПКЭ (для СМиУКЭ) • Мониторинг состояния силового оборудования (силовых трансформаторов) – ведутся разработки
11	Требования по ЭМС, ЭБ, условиям эксплуатации, конструктивные требования	• Ожидаются в СТО ОАО «Россети» (2015 г.) В настоящее время порядка 50-ти различных ГОСТ, СТО, инф. писем
12	Встраивание в АСУ ТП объекта и в ССПИ	• Поддержка 61850 8.1 MMC
13	Объединение данных АРАС с разных объектов	• Внешнее ПО архивирования, раскладывания по «папкам», объединение данных, автоматизированный анализ и другое
14	Регистрация цифровых сигналов	• Регистрация GOOSE сообщений с интеграцией в единый аварийный файл
15	?	

**Основные требования к АРАС и
некоторые возможные пути их развития**

В электроэнергетике России :

Создано и активно внедряется оборудование автономной аварийной регистрации.

Формируются технические и другие требования путем выпуска нормативных документов различного статуса.

Развитие АРАС идет в сторону повышения функциональности, расширения диапазонов и точности регистрации, ее синхронизации с астрономическим временем; а также совмещении регистрации аналоговых величин и GOOSE сообщений для энергообъектов с элементами «цифровой подстанции».

Заключение

Спасибо за внимание!



198216, г. Санкт – Петербург,
Ленинский пр., д. 140
тел. (812) 346-86-10, факс. (812) 376-95-03
E-mail: parma@parma.spb.ru
www.parma.spb.ru



194233, г. Санкт-Петербург,
ул. Курчатова, 1, литера А
тел. (812) 552-62-23
E-mail: ntc@ntcees.ru
www.ntcees.ru